



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 111 619** <sup>(13)</sup> **C1**  
(51) МПК<sup>6</sup> **H 04 J 13/00, H 04 B 7/26**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 93043671/09, 06.12.1991  
(30) Приоритет: 07.12.1990 US 624,118  
(46) Дата публикации: 20.05.1998  
(56) Ссылки: US, патент, 5101501, кл. Н 04J 13/00, 1992. US, патент, 5109390, кл. Н 04J 13/00, 1992. US, патент, 5056109, кл. Н 04J 13/00, 1991. US, патент, 5103459, кл. Н 04J 13/00, 1992. US, патент, 4901307, кл. Н 04J 13/00, 1990.  
(86) Заявка PCT:  
US 91/09295 (06.12.91)

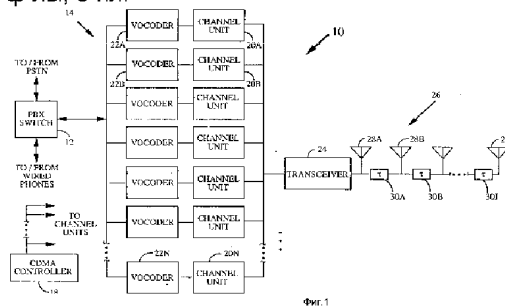
(71) Заявитель:  
Квэлкомм Инкорпорейтед (US)  
(72) Изобретатель: Клейн С.Гилхаусен[US],  
Фрэнклин П.Антонио[US]  
(73) Патентообладатель:  
Квэлкомм Инкорпорейтед (US)

(54) СИСТЕМА СВЯЗИ С КОЛЛЕКТИВНЫМ ДОСТУПОМ И КОДОВЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ (СДМА), СИСТЕМА СВЯЗИ АБОНЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ С АБОНЕНТАМИ УДАЛЕННОЙ СИСТЕМЫ, СИСТЕМА МЕСТНОЙ СВЯЗИ И СПОСОБ СОЗДАНИЯ МНОГОЛУЧЕВОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЕРЕДАВАЕМЫХ СИГНАЛОВ СДМА В СИСТЕМЕ СВЯЗИ

(57) Реферат:

Система связи с коллективным доступом и кодовым разделением каналов (CDMA), в которой в беспроводной частной телефонной станции с выходом в общую сеть (PBX) используется аппаратура сотовой связи. Описывается микросотовая система, в которой базовая станция (10) передает информационные сигналы абонентов, использующие сигналы связи CDMA в абонентских терминалах. В системе связи применяется распределенная антенная система (26), которая обеспечивает многолучевое распространение сигналов, что облегчает разнесение сигналов и улучшает

функционирование системы. 3 с. и 7 з.п. ф-лы, 5 ил.



Фиг. 1



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 111 619** <sup>(13)</sup> **C1**  
 (51) Int. Cl. <sup>6</sup> **H 04 J 13/00, H 04 B 7/26**

RUSSIAN AGENCY  
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

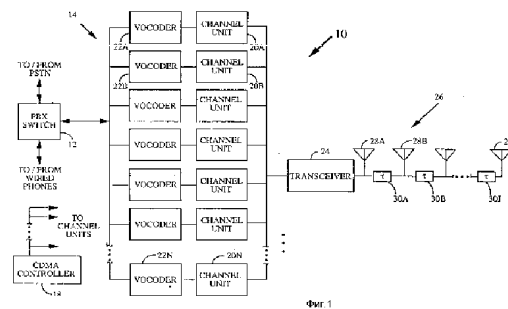
(21), (22) Application: 93043671/09, 06.12.1991  
 (30) Priority: 07.12.1990 US 624,118  
 (46) Date of publication: 20.05.1998  
 (86) PCT application:  
 US 91/09295 (06.12.91)

(71) Applicant:  
**Kvehlkomm Inkorporejted (US)**  
 (72) Inventor: **Klejn S.Gilkhausen[US],**  
**Frehnklin P.Antonio[US]**  
 (73) Proprietor:  
**Kvehlkomm Inkorporejted (US)**

(54) **CODE DIVISION MULTIPLE ACCESS COMMUNICATION SYSTEM, BASE STATION COMMUNICATION SYSTEM FOR CONNECTION TO REMOTE USERS, LOCAL COMMUNICATION SYSTEM AND METHOD FOR GENERATION OF MULTIPLE-BEAM OF CODE DIVISION MULTIPLE ACCESS SIGNALS IN COMMUNICATION SYSTEM**

(57) Abstract:

FIELD: code division multiple access systems for wireless private exchange system which is connected to public network by means of cellular communication equipment. SUBSTANCE: base station 10 transmits information signals of users which terminals use code division multiple access signals. Communication system has distributed antenna system 26 which provides multiple-beam signal transmission. EFFECT: increased signal separation, increased functional capabilities. 20 cl, 5 dwg



RU 2 111 619 C1

RU 2 111 619 C1

Изобретение относится к беспроводным PBX (PBX - частная телефонная станция с выходом в общую сеть) и к беспроводным местным замкнутым системам телефонной связи.

Более конкретно изобретение относится к новой и улучшенной микросотовой системе телефонной связи и ее распределительной антенной системе, для облегчения связи внутри помещения использующей сигналы связи с расширенным спектром.

Применение модуляции на основе коллективного доступа с кодовым разделением каналов (CDMA) - это один из способов расширения возможностей связи, которой пользуются большое число абонентов. В этой области техники известны и другие способы связи с коллективным доступом, например коллективный доступ с временным разделением каналов (TDMA), коллективный доступ с частотным разделением каналов (FDMA) и схемы (AM) амплитудной модуляции, например, для комбинирования амплитуд в одной боковой полосе (ACSSB). Однако модуляция в широкой полосе с частот с CDMA имеет большие преимущества над указанными способами модуляции, применяемыми в системах связи с коллективным доступом.

Применение способа CDMA в системе связи с коллективным доступом раскрыто в патенте США N 4901307, 1990, "Широкополосная система связи коллективного доступа с применением спутниковых или наземных ретрансляторов" [5]. Основные положения этого патента используются в качестве материала для ссылок.

В патенте раскрыт способ коллективного доступа, в котором множество абонентов подвижных телефонов с приемопередатчиками связываются посредством спутниковых ретрансляторов или наземных базовых станций, называемых также станциями сотовых абонентских узлов, сотовыми абонентскими узлами или просто сотами, используя сигналы с расширенным спектром и многостанционный доступ с кодовым разделением каналов (CDMA).

Применение связи на основе CDMA позволяет многократно использовать частотный спектр, что повышает пропускную способность системы. Кроме того, использование CDMA значительно повышает эффективность использования спектра по сравнению с другими способами коллективного доступа.

При переносе сигнала по наземному каналу происходит его замирание, которое характеризуется рэлеевским замиранием. Рэлеевское замирание сигнала в наземном канале связи вызвано отражениями сигнала от многочисленных объектов физического окружения. Поэтому в подвижный приемник сигнал поступает с разных сторон и с различной задержкой. При работе на частотах УВЧ-диапазона (УВЧ- и HF-ультравысокая частота), который обычно используется для подвижной радиосвязи (в том числе в системах сотовой телефонии), при прохождении сигнала по разным трактам могут наблюдаться большие фазовые сдвиги. Поэтому может происходить неправильное суммирование сигналов и как следствие - их сильное замирание.

Замирание сигнала в наземном канале сильно зависит от физического расположения подвижного объекта. Даже небольшое изменение его положения приводит к изменению физической задержки во всех каналах распространения сигналов, что в свою очередь вызывает изменение фазы сигнала в каждом канале. Таким образом, перемещение подвижного объекта в данной среде может привести к очень быстрому замиранию. Например, при работе в диапазоне 850 МГц, который используется в сотовой радиосвязи, такое изменение обычно происходит со скоростью одного замирания в секунду на одну милю в час движения автомобиля.

Такое сильное замирание сигнала, передаваемого по наземному каналу, может оказаться для него разрушительным и привести к низкому качеству связи. Для уменьшения затухания можно повысить мощность передатчика, однако это скажется как на пользователе в виде излишнего потребления мощности, так и на системе связи - в повышении уровня взаимных помех.

Способ модуляции с CDMA, описанный в [5], имеет много преимуществ над способами узкополосной модуляции, которая применяется в системах связи, использующих спутниковые или наземные ретрансляторы. Эксплуатация наземного канала ставит особые проблемы перед любой системой связи и особенно той, где применяются многолучевые сигналы. Применение способа CDMA позволяет преодолеть специфические проблемы наземного канала путем снижения вредного воздействия многолучевого распространения, например замирания, и в то же время использовать его преимущества.

В сотовой телефонной системе с CDMA для связи со всеми сотами можно использовать один и тот же широкополосный канал. Такие свойства сигнала при CDMA, который обеспечивают ускорение обработки, можно использовать и для дискриминации сигналов, занимающих один и тот же частотный диапазон. Кроме того, высокая скорость псевдослучайной (PN) модуляции позволяет разделить многие различные тракты передачи при условии, что обеспечиваются различия в задержках пересылаемых сигналов, превышающие длительность псевдослучайной элементарной посылки, т.е. более 1/ширина полосы.

Если в системе с CDMA частота следования псевдослучайных элементарных посылок примерно равна 1 МГц, то ускорение обработки всего широкополосного спектра, равное отношению ширины полосы к скорости передачи данных в системе, можно использовать для дискриминации трактов, которые друг от друга отличаются задержкой более чем на 1 мкс. Отметим, что дифференциальная задержка сигнала в канале на 1 мкс соответствует дифференциальному расстоянию тракта, примерно равному 1 тыс. футов (305 м). В городских условиях дифференциальная задержка прохождения сигнала по каналу связи обычно более 1 мкс, а в некоторых районах достигает 10-20 мкс.

В системах с узкополосной модуляцией, таких, как система аналоговой частотной модуляции (ЧМ- FM-частотная модуляция) для обычных телефонных систем, наличие

каналов многолучевого распространения приводит к сильному замиранию. Но если применяется широкополосная модуляция с CDMA, то при демодуляции возможна дискриминация отдельных каналов, что значительно снижает сильное замирание при многолучевом распространении.

При использовании способа дискриминации с CDMA замирание при многолучевом распространении исключается неполностью, так как обычно могут существовать каналы с дифференциальными задержками, которые в отдельной системе могут быть меньше длительности псевдослучайной элементарной посылки. Сигналы, которые в трактах задерживаются примерно на такое же время, с помощью демодулятора выделить нельзя, что в какой-то мере обуславливает замирание.

Поэтому в сотовой телефонной сети с CDMA желательно применять какое-то разнесение, что позволит уменьшить замирание сигнала. Разнесение - это один из способов снижения ненужного эффекта замирания. Применяются три вида разнесения - временное, частотное и пространственное.

Временное разнесение лучше всего получается при помощи повторения, временного чередования, а также при помощи выявления ошибок и применения корректирующего кода, что является разновидностью повторения. В изобретении используются обе эти формы временного разнесения.

По существу в системе с CDMA используется широкополосный сигнал и применяется частотное разнесение за счет распределения энергии сигнала в широкой полосе частот. Поэтому селективное замирание частоты оказывается воздействие лишь на малую часть широкополосного сигнала с CDMA.

Пространственное разнесение или разнесение трактов получают при пропускании нескольких канализуемых сигналов по одновременно работающим каналам абонентов подвижных объектов через два или более сотовых абонентов подвижных объектов через два или более сотовых абонентских узла. Кроме того, разнесение трактов можно обеспечить при помощи многоканального средства для обработки широкополосного спектра, что позволяет принимать и обрабатывать отдельно сигналы, приходящие с различными задержками.

Примеры разнесения трактов передачи приведены в [1, 2].

В системе с CDMA вредное воздействие замирания в какой-то мере можно уменьшить регулировкой мощности передатчика. Устройство для регулирования мощности сотового абонентского узла и подвижного объекта описано в [3].

Раскрытый в [5] способ CDMA предполагает применение когерентной модуляции и демодуляции сигнала при его прохождении в обоих направлениях по каналу связи "подвижный объект - спутник". В этом патенте предлагается в каналах связи "спутник - подвижный объект" и "сот - подвижный объект" в качестве когерентного эталона фазы использовать пилот-сигнал на несущей частоте. Однако в наземной сотовой

связи при многолучевом распространении наблюдается сильное замирание, что приводит к изменению фаз канализуемых сигналов и мешает применению когерентной демодуляции в канале "подвижный объект - сот". В изобретении предлагается способ устранения вредного эффекта замирания сигнала при многолучевом распространении в канале "подвижный объект - сот" путем использования некогерентной модуляции и демодуляции.

Раскрытый в [5] способ CDMA предполагает также и использование относительно длинных псевдослучайных (ПШ-PN-псевдослучайных) последовательностей, причем в каждом канале пользователя используется иная ПС последовательность. Кросс-корреляция между различными ПС последовательностями и автокорреляция ПС последовательности при любых временных сдвигах (кроме нулевого) имеют нулевые средние значения, что позволяет при приеме дискриминировать сигналы разных абонентов.

Однако такие ПС сигналы не независимы. Хотя кросс-корреляция дает среднее нулевое значение для короткого временного интервала, например равного длительности информационного бита, кросс-корреляция соответствует биномиальному распределению. При этом взаимодействие сигналов друг с другом во многом похоже на их взаимодействия в том случае, когда они представляют широкополосный гауссов шум при той же спектральной плотности мощности. Поэтому сигналы других абонентов - или взаимная шумовая помеха - полностью ограничивают пропускную способность канала.

В широкополосной системе с CDMA, использующей ПС последовательности, возможность многолучевого распространения может обеспечить разнесение сигналов. Если используются два или более каналов связи, в которых дифференциальная задержка сигнала более 1 мкс, то для раздельного приема таких сигналов можно использовать два или более приемника ПШ последовательностей. Поскольку при многолучевом распространении эти сигналы обычно замирают независимо, т.е. не одновременно, то на выходах двух приемников разнесенные сигналы можно объединить. Поэтому ухудшение функционирования будет наблюдаться только тогда, когда оба приемника принимают одновременно замирающие сигналы.

Поэтому одним из аспектов изобретения является применение двух или более приемников ПС последовательностей, работающих вместе с объединителем разнесенных сигналов. Чтобы для устранения замирания воспользоваться многолучевым распространением сигналов, нужно использовать такой вид колебаний, который позволяет совершить операции объединения разнесенных сигналов.

Способ и устройство формирования ПШ последовательностей, которые обеспечивают независимость связи пользователей в такой мере, что снижаются взаимные помехи, описаны в [4].

Применение этих способов для снижения взаимных помех позволяет иметь систему с большой пропускной способностью и с

лучшими характеристиками канала связи. Если использовать ортогональные ПС коды, то в заданном временном интервале кросс-корреляция будет равна нулю, что исключает помехи между такими кодами при единственном условии, что все выделенные кодам интервалы времени будут выравнены.

Согласно предложенной в [4] сотовой подвижной системе связи с CDMA для пересылки сообщений между сотовыми абонентскими узлами и подвижными объектами используются прямые последовательности широкополосных сигналов связи. При связи между сотом и подвижным объектом определяются канал связи, пилот-сигнал, сигнал синхронизации, канал страничной памяти и речевой. Информация, передаваемая по каналам связи между сотом и подвижным объектом, обычно кодируется, чередуется и подвергается двухпозиционной фазовой манипуляции (BPSK), причем каждый символ BPSK подвергается квадратурной фазовой манипуляции (QPSK), что способствует расширению этих символов.

В канале связи "подвижный объект - сот" определяются каналы обращения и речевой. Информация, передаваемая по каналам связи между подвижным объектом и сотом, обычно кодируется, чередуется и независимо передается, будучи расширенной при помощи QPSK. Применение независимых ПШ последовательностей фактически уменьшает взаимные помехи, что повышает пропускную способность канала абонента и в добавок обеспечивает разнесение трактов, снижающее замирание сигналов.

В упомянутых выше патентах описаны новые способы коллективного доступа, с помощью которых множество абонентов подвижных телефонных систем связываются между собой при помощи спутниковых ретрансляторов или наземных базовых станций. При этом используется широкополосная модуляция на основе коллективного доступа с кодовым разделением каналов, что позволяет использовать частотный спектр многократно. Основанная на этом принципе система связи использует спектр значительно эффективнее, чем предыдущие способы коллективного доступа.

При использовании сотовых телефонных систем подвижная телефонная связь охватывает большой географический район за счет размещения ряда сотовых абонентских узлов, целиком охватывающих этот район. Если потребности в связи превосходят данную пропускную способность системы с несколькими сотовыми абонентскими узлами, то данные соты делят на более мелкие. Такая операция уже проводилась и привела к тому, что в некоторых столичных районах уже размещены почти 200 сотовых абонентских узлов.

В [5] предлагается способ CDMA, при котором достигается очень большая пропускная способность за счет незначительного снижения усиления за счет рабочих характеристик системы, а также при помощи таких операций, как применение антенн с регулируемой диаграммой направленности, активизация передачи речи и повторное использование всего частотного

диапазона каждым сотом системы связи. Следствием этого является значительное повышение пропускной способности системы по сравнению с той, которую могут обеспечить другие способы коллективного доступа, например FDMA и TDMA.

При дальнейшем развитии сотовой телефонии желательно использовать несколько очень маленьких сот (или микросот), которые могли бы охватывать весьма ограниченную зону. При этом предполагается, что такие зоны могут быть ограничены одним этажом в служебном здании, и тогда подвижную телефонную связь можно рассматривать как систему беспроводной телефонной связи, которая может (или не может) совмещаться с подвижной сотовой телефонной системой.

Логическое обоснование такой связи подобно предложению использовать учрежденческую телефонную станцию с исходящей и входящей связью (PBX) в деловых центрах. Такие системы представляют недорогую телефонную связь многочисленным бизнесменам и обеспечивают простой набор номеров телефонов.

Для подключения PBX к общей телефонной сети используются несколько линий, что позволяет делать и принимать вызовы PBX и телефонов, установленных в других местах. При этом желательно, чтобы микросотовая система обеспечивала такой же уровень обслуживания, а также предоставляла возможность беспроводной связи в любом месте, которое обслуживается PBX.

При эксплуатации как беспроводных PBX, так и беспроводных местных замкнутых систем телефонной связи время задержки сигнала в канале связи намного меньше, чем в сотовых подвижных системах. В зданиях и других внутренних помещениях, где применяются PBX, необходимо обеспечить такое разнесение, которое позволит дискриминировать сигналы системы с CDMA.

Основная проблема, которая решается изобретением, заключается в использовании простой антенной системы, которая обеспечивает высокую пропускную способность, простоту установки, широкий охват и очень хорошие характеристики связи. Решение другой проблемы связано с обеспечением ограниченного охвата указанной выше определенной зоны при одновременной совместимости с подвижной сотовой системой, используя в то же время лишь малую часть пропускной способности подвижной системы. Эти проблемы решены в изобретении объединением пропускной способности при CDMA и новым устройством распределительной антенны, которая покрывает своим излучением очень ограниченную и тщательно контролируемую зону.

Применение техники связи с расширенным спектром и способа CDMA в оборудовании PBX позволяет значительно повысить надежность системы и ее пропускную способность по сравнению с другими способами связи. Как отмечалось выше, применение CDMA позволяет также решать проблемы замирания и взаимных помех, которые легко преодолеваются. Кроме того, способ CDMA позволяет значительно лучше

повторно использовать частотный диапазон, что позволяет намного увеличить число абонентов системы.

Основным звеном в беспроводной PBX и беспроводной местной шлейфовой системы связи изобретения является распределительная антенна системы с CDMA. Исходя из этого в группу обычных антенн подается общий сигнал, распределение которого между этими антеннами производится лишь при его временной задержке. Из передатчика сота выходной сигнал сотового передатчика по коаксиальному кабелю подается в цепочку излучателей, излучатели подключены к кабелю, использующему делитель мощности. Полученные таким способом сигналы после необходимого усиления поступают в антенны.

Характерными особенностями такой антенной системы являются: 1) чрезвычайная простота и низкая стоимость; 2) к смежным антеннам последовательно с фидером подключены элементы задержки и поэтому принятые от двух антенн сигналы выделяются при помощи ПШ временной обработки; 3) используется возможность CDMA непосредственно обрабатывать последовательности для дискриминации сигналов при многолучевом распространении; 4) преднамеренно создается возможность многолучевого распространения, способствующая дискриминации сигналов.

Для обработки сигналов распределенной антенной системой каждая антенна системы подключена к распределительному кабелю подобно подключению кабельных телевизоров. При необходимости широкополосного усиления оно производится в самих антеннах или в кабельных отводах. Отметим, что обычно кабельная система содержит два кабеля - один для передачи, а другой для приема сигналов. Во многих случаях необходимая задержка сигнала вводится при помощи распределительного кабеля, исключая при этом применение каких-либо дополнительных устройств задержки. Если же дополнительная задержка нужна, то ее обычно получают при помощи нескольких витков коаксиального кабеля.

Очень важной особенностью такой конструкции является то, что нет необходимости в специальной обработке сигнала. В частности, нет необходимости применять такие операции, как фильтрации, преобразование со смешиванием или другие сложные виды обработки. Необходимо лишь "совместное" усиление всех проходящих по кабелю сигналов, что и делается при помощи одного усилителя.

Еще одним преимуществом данной системы является то, что для размещения специального оборудования места нужно мало. Обычно размещение антенны определяется лишь физическими ограничениями и требованием того, чтобы каждая обслуживаемая связью зона покрывалась по меньшей мере одной антенной. Это не связано с перекрытием зон. В действительности перекрытие зоны желательно, т. к. оно обеспечивает разнесение сигналов всех терминалов, находящихся в покрываемой зоне. Но необходимость в перекрытии отсутствует.

Достоинства идеи распределительной антенны становятся более очевидными, если

учесть простоту аппаратуры сота, которая используется в беспроводных PBX, в беспроводных местных шлейфовых системах связи или в дополнительных домашних радиотелефонах.

При первоначальной установке беспроводной PBX в отеле или в служебном здании, по-видимому, понадобится система, способная обслуживать до 40 одновременных вызовов. Для системы с такой пропускной способностью нужен всего лишь один широкополосный приемопередатчик (ширина полосы 1,25 МГц). Этот приемопередатчик при помощи кабеля подключают к антенной системе. Она может состоять из одной последовательной цепочки антенных элементов.

Другой способ подключения антенны состоит в применении двух или более параллельно подключенных к приемопередатчику кабелей с необходимыми элементами задержки, размещенными в блоке приемопередатчика. Если пропускную способность такой системы понадобится повысить, чтобы одновременно обслуживать более 40 вызовов, то систему можно расширять по двум различным направлениям.

Первый и самый простой способ состоит в использовании дополнительных широкополосных радиочастотных каналов. В сотовой телефонии используется частотный диапазон с общей полосой 12,5 МГц (для каждой несущей в любом направлении), который делится на 10 отдельных каналов с полосой пропускания 1,25 МГц. Если же понадобится, например, так повысить пропускную способность сети, чтобы одновременно обслуживать до 80 вызовов без изменения антенной системы, то нужно будет подключить второй приемопередатчик и соответствующую аппаратуру в виде цифрового канального блока и вокодера. Если весь спектр этих 10 каналов для CDMA не требуется, то его оставшуюся часть можно использовать для аналоговой ЧМ (и даже для цифровой системы с TDMA), применяя стандартную канализацию сигнала в полосе 30 кГц.

Если пропускную способность нужно повысить без использования дополнительного частотного спектра, то подсистему антенн делят на "псевдосекторы". В такой конструкции подводный антенный кабель делится так, чтобы иметь два или более порта. Обычно стараются иметь антенны в каждом псевдосекторе, чтобы как-то отделить их друг от друга, хотя это большого значения не имеет. Затем каждый псевдосектор снабжается собственным приемопередатчиком. Выходная шина приемопередатчика, по которой передаются оцифрованные выборки, подключена ко всем канальным блокам.

Канальные блоки, предназначенные для работы в сотовой системе, обеспечивают подключение при помощи кабеля до трех секторов. В сотовой системе связи это позволяет к канальному блоку подключить три смежных сектора сота. При помощи канального блока производится разнесенное во времени объединение сигналов всех трех секторов в виде символа, что обеспечивает очень высокий уровень разнесенного во времени объединения.

При использовании беспроводной PBX к

этим трем шинам подключают три последовательные антенны, обслуживающие смежные зоны. Это обеспечивает возможность "программируемой передачи" без размещения коммутатора между любыми антеннами в цепочке из трех антенн. Таким образом, есть возможность "скрыть" от коммутатора операцию передачи и ввести его в схему PBX.

Очевидно, что такая конструкция обеспечивает значительное расширение сети. Например, при помощи 10 широкополосных каналов в трех "псевдосекторах" можно обработать примерно 1200 одновременных вызовов. Это соответствует обслуживанию около 15 тыс. линий, что примерно равно пропускной способности телефонной сети главной конторы большой фирмы. Возможно и дальнейшее повышение пропускной способности, но при этом необходимо, чтобы устройства коммутации соответствовали определенным характеристикам и требованиям сотовой системы связи.

Описанную выше систему с CDMA для беспроводной PBX можно почти без изменения использовать для решения проблем беспроводной местной шлейфовой системы связи. В этом случае желательно использовать относительно недорогую усовершенствованную телефонную сеть для (обычно) строящейся зоны, инфраструктуру которой можно будет разместить достаточно просто. При этом аппаратура беспроводной местной шлейфовой системы связи должна быть совместима с коммутатором главной станции, обслуживающей эту зону.

Вокодеры, каналные блоки и приемопередатчики также должны размещаться вместе с оборудованием коммутатора. Приемопередатчик(и) нужно подключать к распределительной антенной системе так, как указывалось выше. В такой системе принимаемые и передаваемые радиосигналы проходят по двум кабелям, которые имеют отводы к излучающим элементам. Для сохранения определенных уровней сигналов в кабельных отводах может потребоваться (или нет) соответствующее усиление. Домашний телефонный аппарат, соединяемый с беспроводной местной замкнутой системой, включает дешевый переносной телефон системы CDMA, который приспособлен для питания от сети, и стандартную стационарную антенну.

Телефонная трубка подключается к радиочастотному блоку. При этом простота аппаратуры абонента должна полностью соответствовать обстановке в его помещении, т. е. покупатель этого устройства должен просто принести его домой, вынуть из коробки, подключить и вызвать абонента.

Конструкция такой системы связи обеспечивает достаточно простую ее эволюцию по мере расширения рынка сбыта. Размещение такой системы должно начинаться с установкой одной всенаправленной антенны на месте расположения аппаратуры. Антенна должна устанавливаться на высокой мачте, чтобы обеспечить охват данной зоны. Главной целью первоначального обслуживания является обеспечение полного охвата данной зоны, что позволит всем желающим воспользоваться данной сетью.

По мере необходимости повышения

пропускной способности антенны можно делить на секторы. А если потребности в такой связи станут больше, то самые нагруженные секторы можно заменить распределительной антенной. Последняя обеспечивает более высокую пропускную способность, т.к. будут снижены помехи от соседних сотов, а аппаратура абонента будет работать при пониженной мощности и создавать меньше помех смежным сотам.

С помощью такой системы может быть обеспечена подвижная связь, если есть возможность для соответствующих соединений между соседними центральными телефонными станциями для передачи сообщения при перемещении абонентов из одной зоны обслуживания такой станцией в другую. Указанную передачу можно запрограммировать подобно тому, как это делается в сотовой системе с CDMA при использовании соответствующих программных средств и аппаратуры, включенной между коммутаторами центральных телефонных станций.

На фиг. 1 изображена схема примерной беспроводной телефонной системы CDMA; на фиг. 2 - примерное расположение диаграмм направленности распределительной антенной системы, приведенной на фиг. 1; на фиг. 3 - схема альтернативной распределительной антенной системы для использования с системой, показанной на фиг. 1; на фиг. 4 - примерная блок-схема микросотового оборудования, вводимого в PBX беспроводную телефонную систему CDMA; на фиг. 5 - блок-схема переносного телефонного аппарата для связи с PBX беспроводной телефонной системы CDMA.

В радиотелефонной системе связи с CDMA микросот содержит контроллер, множество широкополосных модуляторов-демодуляторов, которые также относятся к каналным блокам или модемам, приемопередатчик и распределительную антенную систему. Каждый каналный блок содержит цифровой широкополосный модулятор передаваемой мощности, цифровой широкополосный приемник данных и поисковый приемник.

Каждый модем микросота предназначен для работы с подвижным объектом и облегчает установление связи с определенным подвижным объектом. Термин "подвижный объект" или терминал абонента, которым пользуются со ссылкой на микросотовую систему - это обычный телефонный аппарат системы CDMA в виде удерживаемого рукой персонального средства связи, портативный телефон с CDMA или телефон с CDMA, постоянно находящийся в определенном месте.

В беспроводной PBX с CDMA или в местной системе шлейфовой телефонной связи микросот передает "пилот-сигнал на несущей частоте". Этот сигнал поступает в подвижные объекты для первоначальной синхронизации системы связи и формирования устойчивых временных интервалов, частоты и фазы сигналов передаваемых микросот. Каждый микросот также передает промодулированный в широкой полосе частоты информационной сигнал, например идентификатор микросота, сигналы синхронизации системы, данные страничной организации подвижного объекта

и различные управляющие сигналы.

После приема пилот-сигнала, т.е. при начальной синхронизации подвижного объекта пилот-сигналом, этот объект начинает поиск другой несущей, которую принимают все пользователи системы данного сота. Эта несущая - или канал синхронизации - передает информационное сообщение системы, предназначенное для подвижных объектов данной системы.

Это сообщение идентифицирует микросот, и система - в дополнение к переданной информации, которая позволяет длинным ПС кодам, блоку чередования кадров, вокодерам и другим сигналам синхронизации системы, предназначенным для подвижных объектов - синхронизируется без дополнительного поиска. Можно использовать и другой канал - канал страничной памяти - для передачи подвижным объектам сообщений осылке им вызова и для ответа по определенному каналу, когда подвижный объект начинает вызов.

После возникновения вызова определяется адрес ПШ кода, которым пользуются в течение этого вызова. Адрес кода может быть присвоен микросотом или заранее задан при идентификации подвижного объекта.

На фиг. 1 представлена блок-схема базовой радиотелефонной станции 10, которая содержит коммутатор PBX 12 и микросот 14. Коммутатор 12 используется для подключения базовой станции 10 к переключаемой телефонной сети общего пользования (PSTN) и/или к PBX проводной телефонной сети. Коммутатор PBX 12 используется для маршрутизации телефонных вызовов, поступающих в микросот 14 и исходящий из него; при этом указанный микросот обеспечивает передачу вызова соответствующему подвижному объекту с помощью сигналов связи системы CDMA. Микросот 14 содержит CDMA контроллер 18, несколько канальных блоков 20A-20N с соответствующими вокодерами 22A-22N, приемопередатчик 24 и распределительную антенную систему 26.

Коммутатор PBX 12 направляет вызовы к (или принимает их от) определенной пары "вокодер - канальный блок". В основном коммутатор PBX 12 используется для управления пересылкой сигналов в разные вокодеры. Этот коммутатор может быть цифровым устройством, которое (помимо передачи цифровых данных по общей шине) обеспечивает передачу аналогового или цифрового речевого сигнала - при помощи хорошо известных способов, например временным мультиплексированием кадров - в или от разных вокодеров.

Поступившие в коммутатор PBX 12 речевые вызовы подвергаются цифровому кодированию (если это не было сделано раньше) в вокодере определенной пары "вокодер - канальный блок"; например, вокодер 22A пары "вокодер - канальный блок" содержит вокодер 22A и канальный блок 20A. Подключенный вокодер включает речевое сообщение в такой формат, который используется для кодирования сигнала и его передачи в системе CDMA. Подробности работы вокодера описаны ниже.

Канальный блок включенной пары "вокодер - канальный блок" производит

кодирование способом CDMA (и другие операции кодирования) оцифрованного речевого сигнала, который будет передаваться подвижному объекту. Отметим, что через коммутатор PBX 12 можно передавать оцифрованные данные, которые хотя и не дискретизированы, но подготовлены для кодирования способом CDMA и передачи. Работа вокодера и канального блока подробно описаны ниже.

Вышедший из соответственного канального блока закодированный CDMA сигнал поступает в приемопередатчик 24 для преобразования частоты сигнала в рабочую частоту передачи и для задания определенной мощности передачи. Радиосигнал подается в антенную систему 26, которая представлена распределительными элементами 28A-28I с элементами задержки 30A-30J, включенными между этими антеннами.

Антенны 28A-28I могут быть всенаправленными или направленными антеннами с определенной направленностью диаграмм их излучения. Элементы задержки 30A-30J могут быть простыми линиями задержки, например, в виде длинных коаксиальных кабелей или в виде других хорошо известных активных или пассивных элементов задержки, которые способны сами обеспечить задержку сигнала на 1 мкс или вместе с включенными между ними кабелями.

В качестве передач линии между приемопередатчиком 24 и антенной системой 26 можно использовать и другие средства, например оптоволоконные. Такие же средства можно включить между антеннами, а для сопряжения антенн можно использовать оптические устройства задержки и соответствующие радио- и оптические устройства.

На фиг. 2 приведены диаграммы направленности нескольких антенн, размещенных в соответствии с изобретением. Приведенные на этом чертеже диаграммы направленности получены от нескольких всенаправленных антенн, каждая из которых имеет свою диаграмму 40A-40I, перекрывающую диаграмму направленности соседней антенны. Такое перекрытие диаграмм обеспечивает полный охват нужной зоны. Сами же антенны включены последовательно, как показано линией 24.

Конструкции антенн допускают такое их размещение, чтобы их диаграммы направленности в основном или полностью покрывали определенную зону. При этом к антенным фидерам подключают элементы задержки, чтобы обеспечить временное разнесение сигналов. В результате обеспечивается многолучевое распространение с разнесением сигналов, что позволяет дискриминировать сигналы. Такой способ можно использовать в микросотовом оборудовании при необходимости дополнительного многолучевого распространения сигналов.

Указанный способ особенно хорошо подходит для сотовой подвижной телефонии с CDMA, когда окружающая среда сама по себе не способствует многолучевому распространению сигналов. Например, это может быть в большом открытом пространстве, где отражения сигналов и, следовательно, их многолучевое



распространение минимальны. Применение этого способа обеспечивает разнесение сигналов антенн при связи по каналу "сот - подвижный объект" с помощью одной антенны.

Приведенная на фиг. 1 антенная система может иметь разные модификации. Например, можно использовать параллельные цепи последовательно включенных антенн, питаемых фидером от общего источника сигнала. В таком случае при необходимости элементы задержки будут включаться в фидеры, подающие сигналы в антенны. Эти элементы будут создавать такую задержку, что один и тот же сигнал разными антеннами будет излучаться в разное время.

На фиг. 3 приведен альтернативный вариант антенной системы 26 для беспроводной PBX, показанной на фиг. 1. На фиг. 3 антенная система 26 содержит центральную или местную антенну 50, которая подключена к приемопередатчику 24 вместо антенн 28А-28I и элементов задержки 30А-30J. Несколько удаленных антенн 52А-52I находятся на некотором расстоянии от антенны 50. Каждая из удаленных антенн 52А-52I содержит антенну 54А-54I с большим усилением, элемент задержки 56А-56I и находящуюся вдали антенну 58А-58I. В этом варианте распределения сигналов в антенной системе происходит без использования кабелей.

В антенной системе 26 поступившие от приемопередатчика 24 сигналы излучаются местной антенной 50 в направлении каждой антенны 54А-54I с большим усилением (обычно это направленные антенны), где сигналы усиливаются. Затем усиленный сигнал задерживается на определенное время (обычно более 1 мкс) при помощи соответствующих элементов задержки 56А-56I. Время задержки каждого из указанных элементов разное, и обычно оно кратно одной микросекунде. После этого из указанных элементов задержки сигналы поступают в соответствующие удаленные антенны 58А-58I, где они и излучаются.

Наоборот, сигналы, переданные подвижным объектом, принимаются одной или несколькими удаленными антеннами 58А-58I, а затем поступают в соответствующие элементы задержки 56А-56I. Последние этот сигнал задерживают на определенное время и передают его в соответствующие антенны с большим усилением 54А-54I. Эти антенны сигнал усиливают и излучают сигналы в направлении местной антенны 50.

Антенная система изобретения предназначена для работы с микросотовой системы связи. Упомянутая выше возможность регулирования мощности сигнала является важной особенностью телефонной системы с CDMA, которая повышает пропускную способность канала связи для пользователя. Обычная всенаправленная антенна излучает сигнал равномерно почти по всем направлениям. Мощность сигнала в радиальном направлении от антенны снижается в зависимости от характеристик распространения в данной физической среде. Законы распространения сигнала в радиальном направлении могут меняться в пределах от значения, определяемого

законом обратных квадратов, до значения, определяемого законом обратной степенной зависимости 5,5.

Сот, обслуживающий зону определенного радиуса, должен давать сигнал достаточной мощности, чтобы подвижный объект принимал сигнал необходимого уровня, даже находясь на краю такой зоны. При этом более близкие к соту подвижные объекты будут принимать сигналы большей мощности.

Лепестки излучения направленных антенн можно формировать разными известными способами. Однако эти способы формирования лепестков изменить закон распространения не могут. Надежное покрытие радиосигналом необходимой площади может быть обеспечено комбинацией диаграмм направленности антенн, их размещением и мощностью передатчика.

Применение распределительной антенной системы обеспечивает необходимую диаграмму ее направленности, которая, например, перекрывает коридор здания, где каждый элемент антенны обеспечивает перекрытие определенной части зоны. Если это так, то мощность сигнала, необходимая для его надежного приема подвижным объектом внутри меньшей зоны обслуживания, соответственно уменьшается, т.к. уменьшаются потери на распространение.

Применение нескольких антенн, излучающих один и тот же сигнал, создает некоторые проблемы. При таком излучении сигнала будут зоны, которые находятся около точек, равноотстоящих от двух или более антенн, в которых принимаемые двумя антеннами сигналы подавляют друг друга. Точки, в которых сигналы взаимно нейтрализуются, разделенные расстоянием, примерно равным половине длины волны. При частоте сигнала 850 МГц это расстояние равно примерно 17,6 см.

Если в приемную антенну поступают два сигнала одинаковой мощности, но с противоположными фазами, то они могут быть подавлены друг другом. Обычно такое замирание при многолучевом распространении создается человеком. Что же касается естественного замирания при таком распространении, то разнесение сигналов это - лучший способ уменьшить их замирание. Конструкция системы CDMA позволяет использовать несколько способов разнесения для снижения замирания при многолучевом распространении.

Упомянутые выше патенты раскрывают сотовую телефонную систему, в которой используется модуляция CDMA при ширине полосы 1,25 МГц, несколько способов разнесения и тщательная регулировка мощности передатчика.

В одном из способов разнесения предлагается использовать приемник с "поисковой" конструкцией; при этом работают несколько приемников и каждый из них принимает сигнал, канализуемый по своему тракту; поэтому он имеет задержку, отличную от задержки другого сигнала. В такой конструкции используется отдельный поисковый приемник, который постоянно сканирует временную область, отыскивая наилучшие каналы и выделяя их этим приемником.

Другой способ разнесения заключается в

разнесении трактов. В этом случае сигнал излучается несколькими расположенными в разных местах антеннами, что позволяет иметь более одного тракта распространения сигнала. Если две или более антенны смогут обеспечить надежные каналы связи для подвижного приемника, то при разнесении каналов замирание сигналов можно уменьшить.

В микросотовой системе связи желательно использовать несколько антенн, чтобы обеспечить перекрытие в желаемой зоне обслуживания; вместе с тем пропускная способность не требует, чтобы в каждую антенну вводились отдельные группы сигналов, как это делается в обычной сотовой системе. Вместо этого здесь для снижения затрат в некоторые или во все антенны микросотовой системы связи желательно подавать одни и те же радиосигналы. В тех зонах микросотовой системы, в которых с помощью двух или более антенн создаются надежные каналы связи, можно обеспечить их разнесение.

При подаче в антенны микросотовой системы одних и тех же одинаковых сигналов возникает проблема подавления фазы в тех местах, где от двух или более антенн принимаются почти одинаковые сигналы. Поэтому желательно использовать простой и дешевый способ разнесения сигналов, подаваемых в разные антенны, который не на много повысит стоимость данной системы связи. Реализация такого способа в изобретении состоит во включении элементов задержки в фидерные кабели между приемопередатчиком базовой станции и антеннами.

Если в фидере описанной групповой антенной системы включены линии задержки, через которые в каждую антенну сигнал подается с задержкой на 1 мкс или более относительно соседней антенны, то конструкция устройства с несколькими приемниками в подвижных объектах обеспечит отдельный прием сигнала каждой антенны и такое их когерентное объединение, что подавление сигналов не будет. В действительности замирание сигналов из-за отражений в окружающей среде может быть значительно уменьшено, т.к. обеспечивается разнесение каналов.

Микросот имеет конфигурацию, соответствующую стандартному сотовому абонентскому узлу системы CDMA. Кроме описанных в упомянутых патентах операций устройство имеет антенную систему с несколькими излучателями в зоне, обслуживаемой микросотом. В излучатели сигналы распределяться по коаксиальным кабелям или с помощью других средств. Последовательно с кабелем, соединяющим две соседние антенны, включена линия задержки сигнала на 1 или более мкс.

Подвижные объекты или терминалы имеют один или более приемников CDMA и поисковый приемник. Последний сканирует временную область, устанавливая наличие каналов и самые надежные каналы. Затем имеющимся в наличии приемникам CDMA из найденных каналов выделяются самые надежные. Таким же образом работают приемники сотового абонентского узла.

В приведенном на фиг. 3 варианте излучатели кабелями не связаны, и от других

излучателей сигналы передаются при помощи антенн с большим усилением. Принятый сигнал немного усиливается, задерживается на определенное время и снова излучается.

Описанная выше система CDMA обеспечивает пропускную способность, примерно равную 40 одновременным вызовам в каждом соте такой системы при ширине полосы 1,25 МГц для каждого канала CDMA. В результате сот, описанный в изобретении, обеспечивает связью зону, площадь которой равна сумме площадей, охваченных диаграммами направленности всех антенн, подключенных к общему фидеру системы. Таким образом, во всей зоне обслуживания обеспечивается пропускная способность, равная 40 вызовам.

Хотя подвижные антенны перемещаются, тем не менее они пользуются связью независимо от того, сколько их находится в пределах данной зоны, обслуживаемой определенным сотом. Это имеет особое значение для беспроводных PBX, предназначенных для коммерческой деятельности, например в отелях, где в танцевальных залах или в других общественных местах могут в какое-то время, например, время деловых встреч, одновременно находится много абонентов такой системы. А в другое время все те же абоненты системы могут быть в своих комнатах того же отеля. Поэтому очень важно, чтобы такая беспроводная PBX была хорошо приспособлена к указанным ситуациям.

Что касается сотовых телефонных систем, то Федеральная комиссия связи (FCC) выделила в общем 25 МГц для каналов "подвижный объект - сот" и 25 МГц для каналов "сот - подвижный объект". Диапазоны этих частот FCC разделила поровну между двумя поставщиками телефонной связи. Одним из них является компания проводной телефонной связи, которая обслуживает данный район, а другой поставщик получил диапазон, разыгранный в лотерею.

Согласно правилам такого распределения, 12,5 МГц, предназначенные для каждой несущей каждого направления канала связи, разделились на два поддиапазона. Для несущих частот проводной связи поддиапазона имеют ширину 10 и 2,5 МГц, для несущих частот беспроводной связи поддиапазона имеют полосы пропускания шириной 11 и 1,5 МГц. Таким образом, сигналы, занимающие полосу частот менее 1,5 МГц, можно пересылать по любому поддиапазону, а если ширина полосы сигнала менее 2,5 МГц, то его можно пересылать по всем, кроме одного поддиапазона. Указанное распределение частотного спектра приемлемо и для микросотовой системы связи, но в ряде случаев возможно и желательно иное распределение частот.

Для обеспечения максимальной гибкости применения способа CDMA в рабочем частотном диапазоне сотовой телефонной системы связи ширина полосы сигнала должна быть менее 1,5 МГц. Было бы лучше, если сигнал занимал полосу около 2,5 МГц, что обеспечило бы максимальную гибкость использования несущей в проводной сотовой системе и почти гибкость использования несущей в беспроводных сотовых системах связи.

Использование более широкополосных

сигналов имеет то преимущество, что обеспечивается лучшая дискриминация при многолучевом распространении, а недостаток - более высокая стоимость аппаратуры и меньшая гибкость при распределении частот в пределах выделенного частотного спектра.

Для связи при помощи широкополосной беспроводной РВХ или местной шлейфовой системы телефонной связи желательно использовать колебание, содержащее прямую последовательность ПС широкополосных несущих, которое применяется в сотовой телефонии [5]. Частота следования элементарных посылок ПС последовательности выбрана равной 1,2288 МГц, так что вся полоса частот, которая после фильтрации примерно равна 1,25 МГц, примерно равна 1/10 всей полосы, выделенной для одной несущей сотовой системы связи.

Другое обстоятельство, связанное с выбором точного значения частоты следования элементарных посылок, обусловлено тем, что это значение должно точно делиться на значение скорости передачи данных, которое используется в данной системе. Желательно также, чтобы делитель был равен двум. При скорости передачи данных в полосе частот модулирующего сигнала 9600 бит с ПС частота следования элементарных посылок принята равной 1,2288 МГц, т.е. 128 • 9600.

В канале связи "микросот - подвижный объект" двоичные последовательности, которые применяются для расширения спектра, содержат две разные последовательности со своими характерными особенностями, связанными с выполнением разных операций. Внешний код используется во всех сигналах микросота для выделения сигналов при их многолучевом распространении. Внешний код можно использовать и для выделения сигналов, которые передаются в подвижные объекты разными микросотами, если таковые есть в данной системе. Имеется еще и внутренний код, который применяется для выделения сигналов абонентов, передаваемых в одном секторе или соте.

В предпочтительном варианте изобретения передаваемый микросотом сигнал несущей представляет собой синусоиду, которая подвергается квадратурной (четырёхфазной) модуляции при помощи двух двоичных ПШ последовательностей, формирующих внешний код, передаваемый одним сектором или сотом. Эти последовательности генерируются двумя разными генераторами ПШ последовательностей одинаковой длины. Однако из них производит модуляцию вида двухпозиционной фазовой манипуляции в синфазном канале несущей (канал I), а другая последовательность производит модуляцию такого же вида квадратурной фазы несущей в канале Q. Полученные при этом сигналы суммируются и образуют сигнал несущей с четырьмя фазами.

Хотя значения логического "нуля" и логической "единицы" обычно используются в двоичных последовательностях, напряжения сигналов при модуляции равны +VB для логической "единицы" и -VB для логического "нуля". При модуляции вида двухпозиционной фазовой манипуляции синусоидального

сигнала среднее значение синусоиды (ОВ) с помощью умножителя на напряжение +V или -V, что производится при помощи двух последовательностей. Частотный спектр результирующего сигнала можно ограничить, пропустив его через полосовой фильтр.

Известно, что если до умножения синусоидального сигнала двоичную последовательность пропустить через фильтр нижних частот, то происходит изменение порядка выполнения операций. Квадрафазный модулятор содержит два модулятора для двухпозиционной фазовой манипуляции, в каждый из которых подаются разные последовательности и синусоидальные сигналы (с фазовым сдвигом 90° относительно друг друга), которые и используются в модуляторах для двухпозиционной фазовой манипуляции.

В данном варианте изобретения длина последовательности передаваемого сигнала несущей принята равной 32 768 элементарных посылок. Последовательности такой длины можно генерировать при помощи модифицированного генератора линейных последовательностей максимальной длины, для чего к последовательности из 32 767 элементарных посылок прибавляется нулевой бит. Полученная таким образом последовательность имеет хорошие показатели кросс-корреляции и автокорреляции.

Желательно использовать последовательности такой короткой длины, чтобы свети до минимума время захвата подвижных объектов при их первичном подключении к системе связи и отсутствии данных по характеристикам системой синхронизации. Если такие характеристики синхронизации не известны, то для определения их точного значения нужно принять всю законченную последовательность. Чем больше последовательность, тем больше времени требуется на эту операцию.

Можно использовать последовательности, содержащие менее 32768 посылок, но при этом нужно иметь в виду, что с уменьшением длины последовательности снижается качество обработки кода. Из-за этого происходит снижение подавления как помех при многолучевом распространении, так и помех от соседних сотов и от других объектов, причем такое снижение может стать недопустимым.

Поэтому желательно использовать последовательности такой наибольшей длины, которые можно принять в течение разумного времени. Желательно также во всех сотах использовать одинаковые полиномиальные коды, чтобы подвижный объект, который при первоначальном запросе синхронизации не знает характеристик данного сота, мог бы при анализе одного такого кода получить полный сигнал синхронизации.

Во всех сигналах, передаваемых микросотами по каналам I и Q, используются одни и те же внешние ПС коды. Расширение сигналов производится и при помощи внутреннего ортогонального кода, получаемого с помощью функций Уолша. Адресованный конкретному абоненту сигнал умножается на внешние ПС последовательности и на определенную

последовательность Уошла, которая присваивается контроллером системы на время телефонной связи пользователя. Один и тот же внутренний код используется в обоих каналах I и Q, что обеспечивает модуляцию более эффективную, чем двухпозиционная фазовая манипуляция внутреннего кода.

Хорошо известно, что можно составить группу из  $n$  ортогональных двоичных последовательностей (каждая длиной  $n$ ) для 2 в степени любого  $n$  (см. Igitai Communication with Space Application, S.W. Golomb et al Prentice-Hall Inc, 1964, p. 45-64).

Известны также самые длинные ортогональные двоичные последовательности, которые кратны четырем и имеют менее 200 знаков. Один класс такой легко генерируемой последовательности назван функцией Уошла, известной также под названием матрицы Хадамар. Последовательность Уошла входит в один из рядов матрицы функций Уошла. Функция Уошла  $n$ -го порядка содержит  $n$  последовательностей и каждая из них содержит  $n$  бит.

Функция Уошла  $n$ -го порядка (как и другие ортогональные функции) характеризуется тем, что в интервале из кодовых символов кросс-корреляция между всеми разными последовательностями данной группы равна нулю при условии, что эти последовательности относительно друг друга во времени выравнены. Это видно из того, что каждая последовательность отличается от любой другой точно в половине своих бит. Нужно также отметить, что всегда имеется одна последовательность, которая содержит только нули и что все другие последовательности содержат половину единиц и половину нулей.

Поскольку все передаваемые микросотом сигналы ортогональны относительно друг друга, то они друг другу помех не создают. В большинстве случаев применения такой системы значительно снижается уровень помех и обеспечивается большая пропускная способность.

Дополнительная возможность системы состоит в том, что в ней можно использовать речевой канал, в котором скорость передачи блоков данных может меняться от блока к блоку при минимальных задержках на регулирование скорости передачи. Использование переменной скорости передачи данных снижает взаимные помехи за счет исключения ненужных сообщений, когда не передается полезный речевой сигнал.

В вокодерах используются алгоритмы для генерации в них разного числа бит в соответствии с изменением речевой активности. При активной передаче речи вокодер формирует блоки данных длиной 20 мс, содержащие 20, 40, 80 или 160 бит в зависимости от активности речи абонента. Желательно блоки данных передавать в течение фиксированного временного интервала путем изменения скорости передачи. Желательно также не требовать передачи разрядов вызова, которые в приемник пользователя вводят информацию о том, сколько бит передается.

Указанные блоки данных далее кодируются при помощи кода с контролем циклической избыточности (CRCC), который

вводит в блоки данных дополнительные контрольные разряды четности для проверки правильности кодирования этих блоков. Коды CRCC получают делением блока данных на определенный двоичный полином. Код CRCC содержит все или часть двоичных разрядов, оставшихся после деления. Этот код проверяется в приемнике воспроизведением того же остатка и проверкой того, что принятые биты остатка соответствуют повторно воспроизведенным контрольным двоичным разрядам.

В изобретении декодер приемника производит декодирование блока так, как будто он содержит 160 бит, затем снова декодирует блок, как будто он содержит 80 бит и т.д., пока не будут проверены все возможные блоки данных. При этом производится подсчет для всех попыток декодирования кода CRCC. Если одна из этих попыток установит правильность кода CRCC, то этот блок данных принимается и вводится в вокодер для дальнейшей обработки. Если же попытки декодирования выявят нарушенный код CRCC, то принятые символы поступают в системный процессор сигнала, где могут выполняться необходимые операции обработки.

При работе передатчика микросот мощность передаваемого им колебания меняется в зависимости от скорости передачи блока данных. При максимальной скорости передачи мощность несущей наибольшая. Если же скорость передачи меньше максимальной, то помимо снижения мощности передачи модулятор повторяется каждый знак закодированных данных столько раз, сколько нужно для достижения необходимой скорости передачи. Например, при минимальной скорости передачи каждый закодированный знак повторяется четыре раза.

В передатчике подвижного объекта поддерживается постоянный максимальный уровень мощности. Но передатчик записывается на  $1/2$ ,  $1/4$  или на  $1/8$  времени, соответствующего числу бит, которые должны быть переданы в блоке данных. Моменты включения передатчика меняются псевдослучайно в соответствии с кодом адреса абонента подвижного объекта.

Как описано в [4], на канал связи "сот - подвижный объект" (т.е. канал связан "микросот - подвижный объект" в контексте изобретения) значение  $n$  для функции Уошла принято равным 64 ( $n = 64$ ) для указанного канала связи. Поэтому каждый из 64 различных сигналов передается в виде определенной независимой последовательности.

Поток знаков, который передается кодом с прямым исправлением ошибок (FEC), при каждом преобразовании речи умножается на определенную последовательность Уошла. Затем полученный таким кодированием поток знаков еще раз умножается на внешнее ПС закодированное колебание. Полученные после такого преобразования потоки знаков объединяются и образуют сложное колебание.

Затем это сложное колебание модулирует синусоидальную несущую, проходит через полосовой фильтр, переносится на нужную рабочую частоту, усиливается и излучается антенной системой. Другие варианты

изобретения могут изменить порядок некоторых из описанных операций формирования передаваемого сотовым абонентским узлом сигнала. Например, сначала производят умножение данных каждого речевого канала на внешнее ПС закодированное колебание, производят фильтрацию, а потом суммируют все канализируемые сигналы, которые будут излучаться антенной. Специалистам хорошо известно, что для получения определенных преимуществ при реализации устройства и для создания разных конструкций порядок линейных операций преобразования можно менять.

При формировании колебания для беспроводной телефонной сети PBX, которое будет использоваться в канале "микросот - подвижный объект", применяется способ на основе пилот-сигнала на несущей, как предлагается в [5]. В этом пилот-сигнале используется содержащая одни нули последовательность Уолша, т. е. последовательность Уолша с одними нулями, которая входит во все группы функции Уолша. Использование такой последовательности во всех передаваемых сотами пилот-сигналах позволяет при первичном поиске колебаний с пилот-сигналами игнорировать функции Уолша до тех пор, пока не установится ПС случайная синхронизация внешнего кода.

Формирование кадра Уолша ограничено периодом ПС кода, т.к. длина этого кадра зависит от длины ПС последовательности. Поэтому, если заданные сотом смещения ПС кода соответствуют произведению 64 элементарных посылок (или длине кадра Уолша), то формирование кадра Уолша происходит безоговорочно в течение периода синхронизации внешнего ПС кода.

Передаваемый пилот-сигнал на несущей частоте имеет мощность, большую, чем несущая обычного речевого сигнала, что обеспечивает более высокое отношение сигнал-шум и способствует устойчивости этого сигнала к воздействию помех. Более высокий уровень мощности пилот-сигнала несущей позволяет поисковый сбор данных вести с большей скоростью и обеспечивает очень точное слежение за фазой несущей пилот-сигнала при помощи относительной широкополосной схемы слежения за фазой.

Фаза сигнала несущей, установленная при отслеживании пилот-сигнала, используется для определения фазы несущей при демодуляции несущих частот, промодулированных информационными сигналами абонента. Такой способ позволяет многим абонентам несущей частоты совместно применять единый пилот-сигнал в качестве эталона фазы несущей. Например, в системе связи, одновременно передающей 15 несущих с речевыми сообщениями, мощность передаваемого пилот-сигнала может быть равна мощности четырех несущих речевых сообщений.

Помимо пилот-сигнала на несущей частоте микросот передает и другую несущую, которая должна приниматься всеми абонентами системы данного микросота. В этой несущей, называемой каналом синхронизации, для расширения ее спектра также используется та же длина ПС последовательности, равная 32 768 посылок, но при другой предварительно

выделенной последовательности Уолша. По каналу синхронизации передаются сообщения с системой информацией для использования подвижными объектами данной системы.

Эта информация идентифицирует сотовый абонентский узел и саму систему, а также содержит данные, позволяющие использовать длинные ПС коды в информационных сигналах подвижных объектов, чтобы их можно было синхронизировать без дополнительного поиска. Можно использовать и другой канал, называемый каналом страничной памяти, для передачи подвижным объектам сообщений о посылке им вызова и для ответа по выделенному каналу на вызов абонента подвижного объекта.

При телефонном разговоре каждая несущая речевого сигнала передает оцифрованное речевое сообщение абонента. Аналоговый речевой сигнал при помощи обычной телефонной аппаратуры оцифровки преобразуется в цифровую форму, а затем уплотняется операцией кодирования речевых сигналов, что обеспечивает передачу данных со скоростью порядка 9600 бит/с.

Затем этот сигнал данных подвергается сверточному кодированию с повторением (скорость кодирования  $n = 1/2$ , ограничение по длине  $K = 9$ ) и чередуется для выделения ошибки и их исправления, что позволяет системе работать с намного меньшим отношением сигнал - шум и с низким уровнем помех. Способы сверточного кодирования, повторения и чередования специалистам хорошо известны.

Полученные закодированные символы умножаются на выделенную последовательность Уолша и затем на внешний ПС код. В результате получается частота ПС последовательности 1,2288 МГц или скорость передачи данных, равную  $128 \cdot 9600$  бит/с. Затем этот сигнал модулирует радиочастоту несущей и суммируется несущими с пилот-сигнала, установочных данных и другими несущими речевых сигналов.

Указанное суммирование может выполняться на разных этапах обработки, например при получении промежуточной частоты, при формировании полосы частот модулирующих сигналов до или после умножения на ПС последовательность.

Каждая несущая речевого сигнала также умножается на значение, которое определяет ее мощность при передаче относительно мощностей несущих других речевых сообщений. Такая особенность регулирования мощности позволяет выделять ее тем каналом, которым нужна большая мощность из-за того, что предлагаемый получатель сообщения находится в неблагоприятном для приема сигналов месте. Для этого используется средства, которые позволяют подвижным объектам сообщать об отношении сигнал - шум при приеме, чтобы дать возможность задать такой уровень мощности, который обеспечит нормальное функционирование устройства без затрат лишней мощности. При разных мощностях несущих речевых сообщений ортогональность функции Уолша не разрушается, если обеспечивается временное выравнивание.

На фиг. 4 приведена приемная блок-схема варианта микросота, показанного на фиг. 1. Диплексер 100 - это блок, которым приемник и

передатчик приемопередатчика 24 пользуются совместно. На фиг. 4 приемное устройство приемопередатчика 24 микросота 14 содержит аналоговый приемник 102, а соответствующими узлами канального блока - здесь это канальный блок 20А - являются поисковый приемник 104, приемник цифровых данных 106 и декодер 108. Приемное устройство может также содержать (не обязательно) приемник цифровых данных 110. Подобное описание примерного варианта аналогового приемника 100 приведено в [4].

Микросота 14, как говорилось выше, содержит контроллер 18 CDMA, который подключен к приемникам 106 и 110, а также к поисковому приемнику 104. Контроллер CDMA 18 среди всего прочего производит присвоение последовательности Уолша и кода, обработку сигнала, генерацию сигнала синхронизации, регулировку мощности и ряд других связанных операций.

Принятые антенной 26 сигналы через диплексер 100 подаются в аналоговый приемник 102, а затем в поисковый приемник 104. Последний в микросоте используется для сканирования временной области принятого сигнала для проверки того, что приемник цифровых данных 106 отслеживает и обрабатывает самый мощный сигнал в этой области. Поисковый приемник 104 направляет сигнал в контроллер CDMA 18, который подает управляющие сигналы в приемник цифровых данных 106 для выделения соответствующего принятого сигнала с целью его обработки.

Обработка сигналов приемником данных микросота и в поисковом приемнике отличается рядом операций, которые в подвижном объекте выполняются подобными блоками. По каналу передачи сигнала, т.е. по тракту обратной связи или по каналу "подвижный объект - микросота", подвижный объект не передает пилот-сигнала, который можно использовать в качестве когерентного опорного сигнала при обработке информации в сотовом абонентском узле. Канал связи "подвижный объект - микросота" отличается некогерентной модуляцией и демодуляцией, использующей 64-ричные ортогональные сигналы.

При работе с 64-ричными ортогональными сигналами подвижный объект передает символы, представленные одной из  $2^6$  (т.е. 64) различных двоичных последовательностей. Группа таких выбранных последовательностей известна под названием функций Уолша. Оптимальной операцией обработки принятого закодированного  $m$ -ричного сигнала, содержащего функцию Уолша, является быстрое преобразование Хадамарда (FHT).

Снова обратимся к фиг. 4. Поисковый приемник 104 и приемник цифровых данных 106 принимают сигналы от аналогового приемника 102. Для декодирования широкополосных сигналов, поступивших в приемник определенного сотового абонентского узла (при помощи которого обеспечивается связь с подвижным объектом), нужно генерировать определенные ПС последовательности. Подробности процесса генерации сигналов подвижным объектом описаны в [4].

Декодер Витерби в схеме 108 - это

устройство, способное декодировать данные, закодированные в подвижном объекте при ограничении по длине  $K = 9$  и при скорости кодирования  $r = 1/3$ . Указанный декодер используется для определения наиболее подходящей последовательности информационных разрядов. Периодически через 1,25 мс производят оценку качества сигнала, которую передают в виде команды для регулирования мощности передачи подвижного объекта с одновременной передачей других данных. Оценка качества сигнала - это среднее значение отношения сигнал - шум в течение 1,25 мс интервала.

Каждый приемник данных из принятого им сигнала выделяет сигнал синхронизации. Эта операция выполняется хорошо известными способами корреляции принятого сигнала с немного опережающими ПС опорными сигналами местной системы связи и корреляции принятого сигнала с немного запаздывающими ПС опорными сигналами той же системы связи. Если при этом ошибки синхронизации нет, то разность этих двух корреляций усредняется до нулевого значения. Наоборот, если синхронизация нарушена, то эта разность укажет величину и знак погрешности, после чего производится соответствующая синхронизация приемника.

Под управлением контроллера CDMA 18 сигналы PBX подаются в соответствующие вокодеры 22А-22N модулятора передатчика. В качестве примера на фиг. 4 показан вокодер 22А. Канальный блок 20А содержит также модулятор передатчика 112, который под управлением контроллера CDMA 18 модулирует в широком диапазоне частот данные для передачи предназначенному для приема подвижному объекту.

Выходной сигнал модулятора передатчика 112 подается в схему управления мощностью передачи 114, которая под управлением контроллера CDMA 18 регулирует мощность передачи. Выходной сигнал схемы 114 поступает в сумматор 116, где он суммируется с выходными сигналами модулятором передатчиков и схем управления мощностью передачи других канальных блоков. Сумматор можно сгруппировать с одним из канальных блоков или рассматривать как один из узлов передатчика в приемопередатчике 24.

Из сумматора 116 сигнал подается в передающую часть приемопередатчика 24, где находится усилитель передаваемой мощности 118. Этот усилитель усиливает сигнал, который через диплексер 100 подается в антенну 26 и излучается в направлении подвижных объектов, находящихся в зоне обслуживания микросотом. Подобное описание схемы передатчика, приведенного на фиг. 4, дано в [4].

На фиг. 4 приведен блок генератора пилот-сигналов (канал управления) и схема управления мощностью передачи 120, которая входит в один из канальных блоков или может быть отдельным блоком системы. Блок 120 под управлением контроллера CDMA 18 генерирует и регулирует мощность пилот-сигнала, канала синхронизации и канала страничной памяти; блок 120 связан с усилителем передаваемой мощности 118, который подает сигнал в диплексер 100 и через него в антенну 26.

В предпочтительном варианте изобретения для кодирования передаваемых каналом сигналов в качестве внутреннего кода используется функция Уолша. В приведенном здесь примере говорится о 64 разных последовательностях Уолша; причем три из них выделены для операций с пилот-сигналами, сигналами синхронизации и с каналом страничной памяти. В каналах синхронизации, страничной памяти и речевом производится сверточное кодирование входных данных и их чередование хорошо известными способами. Кроме того, до чередования обеспечивается повторение сверточно закодированных данных известными способами.

По каналу пилот-сигнала модулированные данные не передаются, а по нему проходят немодулированные широкополосные сигналы, которые применяются всеми пользователями данного сотового абонентского узла для сбора данных или слежения. В каждом соте или секторе (если сот разделен на секторы) используется свой собственный пилот-сигнал. Однако вместо применения разных генераторов ПС последовательностей для формирования разных пилот-сигналов более эффективно для их генерации использовать сдвиги в той же основной последовательности.

При помощи этого способа подвижные объекты последовательно просматривают всю последовательность знаков и настраиваются на смещение или сдвиг, создающий наибольшую корреляцию. Если пользоваться таким сдвигом в основной последовательности, то сдвиги должны быть такими, чтобы не происходило смешивания или уничтожения пилот-сигналов соседних сот или секторов.

Следовательно, последовательность пилот-сигналов должна быть достаточно длинной, что позволяет за счет сдвигов в основной последовательности создать много разных последовательностей, которые будут многочисленными пилот-сигналами в данной системе связи. Разделения или сдвиги должны быть достаточно большими, чтобы исключить интерференцию пилот-сигналов.

В примерном варианте изобретения длина последовательности пилот-сигнала принята равной  $2^{15}$ . Формирование такой последовательности начинается с  $2^{15} - 1$  с лишним нулем, который прибавляется к последовательности при обнаружении определенного состояния. В данном примере осуществления изобретения предлагается использовать 512 разных пилот-сигналов со смещением в основной последовательности из 64 элементарных посылок. Смещения могут быть кратны смещению 64 элементарных посылок при соответствующем уменьшении числа разных пилот-сигналов.

При генерации пилот-сигнала используется "нулевая" ( $w$   $q$ ) последовательность Уолша, содержащая одни нули, так что модуляции пилот-сигнала не происходит, и по существу он представляется последовательностями  $PN_1$  и  $PN_Q$ . Таким образом, "нулевая" ( $w$   $q$ ) последовательность Уолша умножается на последовательности  $PN_1$  и  $PN_Q$  при помощи вентиля "исключающее ИЛИ". В результате полученный пилот-сигнал содержит только

последовательности  $PN_1$  и  $PN_Q$ . Для всех сотовых абонентских узлов и секторов, которые при передаче информации в качестве пилот-сигналов используют одну и ту же ПС последовательность, отличительным признаком сотовых абонентских узлов и секторов, инициирующих передачи, является фаза последовательности.

Данные канала синхронизации кодируются и затем умножаются при помощи вентиля "исключающее ИЛИ" на предварительно выделенную последовательность Уолша. В данном примере осуществления изобретения выбранной функцией Уолша является последовательность ( $W_{32}$ ), которая содержит последовательность из 32 "единиц" и 32 "нулей". Затем результирующая последовательность умножается на последовательности  $PN_1$  и  $PN_Q$  при помощи вентиля "исключающее ИЛИ".

В примере осуществления изобретения данные канала синхронизации обычно поступают в модулятор передатчика со скоростью 1200 бит/с. В этом варианте данные канала синхронизации в основном подвергаются сверточному кодированию со скоростью  $r=1/2$  и с ограничением по длине  $K = 9$ , причем каждый знак кода повторяется дважды. Эта скорость кодирования и ограничение по длине относится ко всем кодируемым каналам прямой связи, т.е. каналам синхронизации, страничной памяти и речевым. В данном примере осуществления изобретения для генерации кода  $G_1 = 753$  (восьмиричный) и кода  $G_2 = 561$  (восьмиричный) применяется сдвиговый регистр. Скорость передачи знаков по каналу синхронизации в данном примере осуществления изобретения равна 4800 знаков/с, т.е. один знак соответствует 208 мкс или 256 ПС элементарным посылкам.

В данном примере осуществления изобретения кодовые знаки чередуются с интервалом 40 мс при помощи чередователя операций свертки. Опытные параметры блока чередования имеют значения  $I = 16$  и  $J = 48$ . Подробности операции чередования приведены в Data Communication, Network and Systems, Howard W. Sams & Co, 1987, p.343-352.

Работа чередователя операций свертки сводится к такому разделению ненадежных канальных символов, чтобы любые два символа в смежной последовательности с 1 - 1 (или с меньшим числом) знаков отделялись по меньшей мере  $J+1$  знаками на выходе обращенного чередователя. Соответственно два любых символа в смежной последовательности из  $J-1$  знаков в выходном сигнале обращенного чередователя разделяются по меньшей мере  $1 + 1$  знаками. Иначе говоря, если в цепочке из 15 знаков  $I = 16$  и  $J = 48$ , то передаваемые символы разделяются интервалами 885 мкс, что и обеспечивает временное разнесение.

Знаки канала синхронизации микросота привязаны к пилотному сигналу этого микросота. Период пилот-сигнала в данном примере осуществления изобретения равен 26,67 мс, что соответствует 128 кодовым знакам канала синхронизации или 32 информационным битам этого канала. Знаки канала синхронизации чередуются при помощи чередователя операций свертки, который задает интервал 26,67 мс. Поэтому

при приеме подвижным объектом пилот-сигнала он сразу же синхронизируется по каналу синхронизации блока чередования.

Для обеспечения независимости сигнала канала синхронизации перекрываются выделенной последовательностью Уолша. В канале синхронизации один знак кода приходится на четыре перекрывающиеся последовательности, т.е. один кодовый знак используется при четырех повторениях последовательности, содержащей 32 "единицы" - 32 "нуля". Одна логическая "единица" характеризует наличие 32 "единичных" элементарных посылок Уолша, а один логический "нуль" характеризует наличие 32 "нулевых" элементарных посылок Уолша.

Независимость сигнала канала синхронизации сохраняется даже тогда, когда знаки этого канала сдвинуты по фазе относительно значения абсолютного времени, зависящего от взаимодействующего канала посылки пилот-сигнала, т.к. сдвиги канала синхронизации кратны длительности кадра Уолша.

В примере осуществления изобретения сообщения канала синхронизации имеют разные длины. Длина такого сообщения кратна 80 мс, что соответствует трем периодам пилот-сигнала. Введенные в канал синхронизации информационные биты - это биты циклического избыточного кода (CRC), (CRC - контроль при помощи циклического избыточного кода), которые используются для обнаружения ошибок.

Как только будет принято правильное сообщение канала синхронизации, подвижный объект сразу же синхронизируется для работы с каналом страничной памяти или с речевым каналом. При поступлении синхронизирующего пилот-сигнала, который определяет конец каждого сообщения синхронизации, начинается новый цикл работы блока чередования, равный 40 мс. В это время подвижный объект начинает обращенное чередование первого знака кода любого повторения или пары ( $s_x$ ,  $s_{x+1}$ ) при условии синхронизации декодера. Адрес записи блока обращенного чередования устанавливается на нуль, а адрес считывания на J, чтобы синхронизировать запоминающее устройство блока обращенного чередования.

Сообщения канала синхронизации переносят информацию о состоянии 42-разрядного генератора ПС последовательности речевого канала, который выделен для связи с подвижным объектом. Эта информация используется в приемниках цифровых данных подвижного объекта для синхронизации соответствующих генераторов ПС последовательности.

Информация канала страничной памяти также кодируется с повторением, чередованием и последующим умножением на выделенную последовательность Уолша. Затем полученная последовательность умножается на последовательности  $PN_I$  и  $PN_Q$ . Скорость передачи данных канала страничной памяти для определенного сектора или сота указывается в выделенном поле сообщения канала синхронизации. Хотя скорость передачи данных канала страничной памяти переменная, но в данном примере осуществления изобретения эта скорость для каждой системы связи постоянна и

соответствуют одному из следующих значений: 9,6; 4,8; 2,4 и 1,2 кбит/с.

Данные каждого речевого канала также кодируются с повторением, чередованием, перемешиванием (шифрованием), умножением на выделенную последовательность Уолша и еще одним умножением на последовательности  $PN_I$  и  $PN_Q$ . Последовательность Уолша, которая будет использоваться в определенном канале, при запросе связи контроллером системы выделяется так же, как производится назначение каналов при вызовах в аналоговой ЧМ-системе сотовой связи. В данном примере осуществления изобретения для работы с речевыми каналами используются до 61 разных последовательностей Уолша.

В примере осуществления изобретения используется разная скорость передачи речевых сообщений. Это преследует цель снизить скорость передачи при отсутствии речи и таким образом уменьшить помехи данного речевого канала на каналы других пользователей. Вокодер, работающий на разных скоростях передачи данных, описан в [4].

Такой вокодер выдает данные с четырьмя разными скоростями - в зависимости от активности речи - кадрами протяженностью 20 мс, причем примерные значения скорости такой передачи равны 9,6 - 4,8 - 2,4 - 1,2 кбит/с. Хотя скорость передачи данных меняется с шагом 20 мс, но скорость передачи кодовых знаков постоянна и равна 19,2 кбит/с. При этом кодовые знаки повторяются соответственно 2,4 и 8 раз при соответствующих скоростях передачи 4,8 - 2,4 - 1,2 кбит/с.

Передача информации с различной скоростью позволяет уменьшить уровень помех, но при этом кодовые знаки будут иметь меньшую энергию. Так, например, при скоростях передачи данных 9,6 - 4,8 - 2,4 - 1,2 кбит/с соответствующая им энергия знака ( $E_s$ ) будет равна соответственно  $E_D/2$ ,  $E_D/8$  и  $E_D/16$ , где  $E_D$  - энергия информационного бита при скорости передачи 9,6 кбит/с.

При помощи чередователя операций свертки знаки кода чередуются так, чтобы при работе чередователя перемешивались знаки с разным уровнем энергии. Для определения того, какую энергию должен иметь знак кода, каждому знаку придается метка, которая определяет его скорость для последующего масштабирования.

После перекрытия ортогональными функциями Уолша и расширения ПС последовательностью данные квадратурных каналов подвергаются цифровой фильтрации при помощи фильтра с конечной импульсной характеристикой (FIR). Такой фильтр будет получать сигналы, соответствующие определенному уровню значения знака, для пересчета их энергии в соответствии со скоростью передачи данных. Данные каналов I и Q будут пересчитываться при помощи коэффициентов  $1 - 1/\sqrt{2}$  и  $1/\sqrt{2}$ . В одной

из схем вокодера формируется метка в виде двухразрядного (из двух бит) числа, определяющая скорость передачи данных, которая вводится в фильтр с FIR для регулирования его коэффициента пересчета.

В примере осуществления изобретения



производится шифрование сигналов каждого речевого канала, чтобы обеспечивать большую защищенность передачи по каналу "сот - подвижный объект". И хотя такое шифрование не обязательно, тем не менее оно повышает защищенность канала связи. Например, перемешивание сигналов речевого канала можно сделать кодированием этих сигналов при помощи ПС кода, которое определяется адресом идентификации (ID) абонента подвижного объекта.

Такое перемешивание можно сделать при помощи последовательности  $P_{N_U}$  или устройства кодирования, о чем говорилось со ссылкой на фиг. 3 по поводу отдельного приемника для связи "подвижный объект - сот". Для этой операции соответственно можно использовать отдельный генератор ПС последовательности. Хотя здесь шифрование основано на применении ПС последовательности, эту операцию можно выполнить и другими способами, в том числе и хорошо известными.

Помимо речевых разрядов канал прямой речевой связи переносит и команды управления мощностью сигнала. Скорость передачи таких команд в данном примере осуществления изобретения равна 800 бит/с. Приемник сотового абонентского узла, в котором демодулируется сигнал канала "подвижный объект - сот", полученный от данного подвижного объекта, выдает команды управления мощностью, которые вводятся в речевой канал "сот - подвижный объект" и адресуются определенному подвижному объекту. Подробное описание операций управления мощностью приведено в [4].

Биты команды управления мощностью вводятся в выходной сигнал чередователя операций свертки способом под названием "перфорация кодовых знаков". Это значит, что при необходимости передачи бита управления мощностью два кодовых знака заменяются двумя идентичными кодовыми знаками с той полярностью, которая определяется командой управления мощностью. Кроме того, биты управления мощностью передаются с энергией, соответствующей скорости передачи 9600 бит/с.

Дополнительное ограничение потока бит управления мощностью состоит в том, что при передаче информации по каналам "подвижный объект - сот" биты должны располагаться в случайном порядке. Иначе вся энергия управляющих разрядов будет затрачена на генерацию импульсных помех через определенные промежутки, что снижает возможность детектирования таких разрядов.

Характерной особенностью функции Уолша является то, что каждая из 64 последовательностей совершенно независима от других последовательностей. Любые две последовательности отличаются именно расположением своих двоичных разрядов, например размещением 32 бит в поле из 64 символов. Поэтому если информацию для передачи кодируют при помощи последовательностей Уолша, то приемник сможет выбирать любую из этих последовательностей в качестве подходящей "несущей". Любой сигнал регулировки мощности, закодированный другими последовательностями Уолша, будет подавлен и не станет помехой для одной

выбранной последовательности Уолша.

В примере осуществления изобретения применительно к каналу "сот - подвижный объект" в каналах синхронизации, страничной памяти в речевом, как уже отмечалось, применяется сверточное кодирование с ограничением по длине  $K = 9$  и скорости кодирования  $r = 1/2$ , т.е. с каждым передаваемым информационным битом передаются два сформированных и закодированных знака. Помимо сверточного кодирования применяется и сверточное чередование знаков. При этом предполагается, что в сочетании со сверточным кодированием будет применяться и повторение.

Для декодирования такого кода в подвижном объекте оптимальным будет декодер запрограммированных решений на основе алгоритма Витерби. Но для декодирования можно использовать и обычные устройства. Полученные после декодирования информационные биты поступают в широкополосную цифровую аппаратуру подвижного объекта.

Контроллер CDMA 18 производит назначение канальных блоков и декодеров конкретному вызову. Этот же контроллер следит за работой данного канала, за качеством сигналов и отключает канал при потере сигнала.

В канале связи "подвижный объект - микросот" характеристики канала определяют способ модуляции. В частности, использование (как это делает в канале "сот - подвижный объект") несущей пилот-сигнала в течение длительного времени недопустимо. Несущая пилот-сигнала должна быть более мощной по сравнению с несущей речевого сигнала, чтобы обеспечить надежную опорную фазу при модуляции. В микросоте, одновременно передающем много несущих речевых сигналов, один пилот-сигнал может быть использован всеми несущими речевыми сигналами; тогда в одном канале мощность пилот-сигнала будет очень малой.

В канале связи "подвижный объект - микросот" для связи с данным подвижным объектом обычно используется лишь одна несущая речевого сигнала. Если применяется пилот-сигнал, то его мощность должна быть значительно больше мощности несущей речевого сигнала. Очевидно, что такая ситуация нежелательна, т.к. полная пропускная способность системы будет значительно снижена из-за помех, обусловленных присутствием множества мощных пилот-сигналов. Поэтому нужно использовать такой способ модуляции, при котором возможна эффективная демодуляция без пилот-сигналов.

Таким образом, следует использовать такие виды передачи дискретных данных, как двоичная, четверичная или  $m$ -ричная. В данном примере осуществления изобретения применяется 64-ричная ортогональная передача данных с использованием функций Уолша. При  $m$ -ричной ортогональной передаче дискретных данных для нормальной работы демодулятора требуется когерентность канала на время передачи  $m$ -ричного знака. В данном примере осуществления изобретения это время равно времени для всего двух бит.

Передаваемые подвижными объектами

сигналы - это прямая последовательность широкополосных сигналов, промодулированных псевдослучайной последовательностью, которая тактируется с определенной частотой - в предпочтительном варианте изобретения она равна 1,2288 МГц. Эта частота синхронизации выбрана так, чтобы она была кратна скорости передачи данных 9,6 кбит/с в полосе частот модулирующих сигналов.

Операции кодирования сообщения и модуляции начинаются со сверточного кодирования при ограничении длины  $K = 9$  и скорости кодирования  $r = 1/3$ . При номинальной скорости передачи данных 9600 бит/с кодер выдает 28 800 двоичных символов/с. Они объединяются в группы (по 6 знаков в каждой) со скоростью 4800 групп/с и получают 64 группы. Каждая из них преобразуется в последовательность Уолша, содержащую 64 двоичных разрядов или "элементарных посылок". Согласно примеру осуществления изобретения, частота следования элементарных посылок в 64-ричной последовательности Уолша равна 307 200 посылок/с.

Затем элементарные посылки последовательности Уолша "перекрываются" или умножаются на ПС последовательности, поступающую с частотой 1,2288 МГц. Для этого каждому подвижному объекту выделяется отдельная ПС последовательности. Эта последовательность может быть присвоена только на время данного вызова либо постоянно присвоена подвижному объекту. Здесь такая присвоенная ПС последовательность называется ПС последовательностью абонента. Генератор таких последовательностей работает на частоте 1,2288 МГц и выдает четыре ПС элементарных посылки для каждой элементарной посылки последовательности Уолша.

Затем генерируется две короткие, т.е. с длиной 32 768, ПС последовательности. В данном примере осуществления изобретения такие же последовательности используются в канале связи "сот - подвижный объект". ПС последовательность пользователя, прекращающая элементарные посылки последовательности Уолша, затем перекрывается или умножается на каждые две короткие ПС последовательности. Полученные две последовательности затем способом двухпозиционной фазовой манипуляции модулируют квадратурную пару синусоид и суммируются в общий сигнал.

Этот сигнал проходит через полосовой фильтр, преобразуется в конечную радиочастоту, усиливается, фильтруется и излучается антенной подвижного объекта. Как ранее отмечалось (со ссылкой на операции с сигналами в канале связи "сот - подвижный объект"), порядок операций фильтрации, усиления, преобразования частоты и модуляции может быть изменен.

В альтернативном варианте предлагается создать две разные фазы ПС кода пользователя и использовать их для модуляции двух фаз несущих колебаний, сдвинутых на  $90^\circ$ , не используя последовательности из 32 768 посылок. В другом альтернативном варианте предлагается в канале связи "подвижный

объект - сот" использовать только модуляцию вида двухпозиционной фазовой манипуляции, также обходясь без коротких последовательностей.

Для каждого сигнала приемник микросота формирует короткие ПС последовательности и ПС последовательность абонента для каждого сигнала, принятого от активного подвижного объекта. С помощью отдельных корреляторов приемник коррелирует энергию принятого сигнала с энергией каждого закодированного колебания. Затем выходные сигналы каждого коррелятора используются самостоятельно для демодуляции 64-ричного закодированного сигнала и сверточного кодирования при помощи процессора на основе быстрого преобразования Хадамарда и декодера на основе алгоритма Витерби.

На фиг. 5 приведена блок-схема телефонного аппарата с CDMA подвижного объекта. Этот аппарат имеет антенну 200, которая через диплексер 202 подключена к приемнику аналоговых сигналов 204 и к усилителю передаваемой мощности 206. Антенна 200 и диплексер 202 имеют стандартную конструкцию и обеспечивают одновременную передачу и прием через антенну. Антенна 200 принимает передаваемые сигналы и через диплексер 202 направляет их в приемник аналоговых сигналов 204.

От диплексера 202 приемник 204 принимает радиосигналы (которые обычно находятся в 850 МГц диапазоне частот) для усиления и преобразования частоты с понижением до промежуточной частоты (ПЧ - IF - промежуточная частота). Это преобразование производится с помощью синтезаторов частоты обычной конструкции, что позволяет настраивать приемник на любую частоту диапазона приема, входящего в полный диапазон рабочих частот, выделенный для сотовой радиотелефонии.

Затем сигналы фильтруются, дискретизируются и поступают в приемники цифровых данных 210, 212 и в поисковый приемник 214. Подробное описание примера реализации приемников 204, 210, 212 и 214 приведено в [4].

Приемник 204 управляет также мощностью передачи подвижного объекта. Для этого приемник 204 генерирует аналоговый сигнал управления мощностью, который поступает в схему управления мощностью передачи 208.

На фиг. 5 оцифрованный сигнал от приемника 204 подается в цифровые приемники данных 210, 212 и в поисковый приемник 214. Отметим, что в недорогом, низкокачественном подвижном объекте имеется только один приемник данных, а в более качественных объектах могут быть два и более приемника, обеспечивая прием разнесенных сигналов.

Оцифрованный сигнал промежуточной частоты может содержать сигналы нескольких одновременно поступивших вызовов вместе с пилот-сигналами на несущей, которые передаются как данным, так и всеми соседними сотовыми абонентскими узлами. Приемники 210, 212 используются для корреляции выборок ПЧ с соответствующей ПС последовательностью.

Такая корреляция предоставляет возможность, которая хорошо известна

специалистам под названием "обработка данных с усилением"; она повышает отношение сигнала - помеха для того сигнала, который относится к определенной ПС последовательности, в то время как для других сигналов это отношение не повышается. Затем полученный коррелированный сигнал синхронно детектируется, для чего несущая пилот-сигнала ближайшего сотового абонентского узла используется в качестве опорной фазы. После такого детектирования выдается последовательность закодированных данных.

В изобретении используется то свойство ПС последовательности, которое обеспечивает дискриминацию сигналов при многолучевом распространении. Если в приемник подвижного объекта сигнал поступает по меньшей мере не по одному тракту, то время его приема будет разным. Разность значений времени приема соответствует разности расстояний, разделенной на скорость распространения сигнала.

Если эта разность значений времени больше 1 мкс, то при дискриминации выявится различие между трактами прохождения сигналов. При этом приемник может выбирать между операциями слежения и приема сигналов, поступающих раньше или позже. Если в телефонном аппарате работают два приемника, например 210 и 212, то аппарат может следить за двумя независимыми траекториями и обрабатывать их сигналы параллельно.

Работающий под контролем управляющего процессора 216 поисковый приемник 214 непрерывно сканирует определенный временной интервал, занимаемый принимаемым пилот-сигналом микросота, что делается для выявления других пилот-сигналов, поступивших по другим трактам. Кроме того, приемник 214 измеряет уровни всех полезных колебаний, принимающих за пределами выделенного временного интервала, и сравнивают их уровни. В управляющий процессор 216 приемник 214 посылает сигнал, характеризующий максимальный уровень принятого им сигнала. В приемники 210, 212 процессор 216 подает управляющие сигналы, под воздействием которых каждый приемник производит обработку одного из самых мощных сигналов.

Управляющий процессор 216 содержит генератор ПС последовательности, который выдает ПС последовательность в соответствии с входным адресом подвижного объекта или индентификатором абонента. Выходная ПС последовательность этого генератора поступает в схему 218 объединителя разнесенных сигналов и вокодера. Поскольку сигнал канала микросот - подвижный объект смешивается с ПС последовательностью адреса подвижного пользователя, то выходной сигнал генератора ПС последовательности используется для дешифрации переданного сотовым абонентским узлом сигнала, предназначенного данному подвижному абоненту, причем дешифровка сигнала производится так, как и в приемнике микросота.

Генератор ПС последовательности

специально посылает свой сигнал в блоки обращенного чередования и декодирования, где он используется для дешифрации закодированных данных абонента. Хотя операция перемешивания рассмотрена применительно к ПС последовательности, очевидно, что можно использовать и другие способы перемешивания данных, в том числе и хорошо известные.

Выходные сигналы приемников 210, 212 поступают в блок 218, содержащий объединитель разнесенных сигналов и декодер. Входящий в блок 218 объединитель разнесенных сигналов только корректирует синхронизацию двух потоков принимаемых знаков для их выравнивания и объединения. Эту дополнительную операцию можно выполнять умножением двух потоков на число, соответствующее относительным уровням сигналов этих потоков. Эту операцию можно рассматривать как максимум того, что может объединитель разнесенных сигналов.

Затем полученный поток объединенных сигналов декодируется декодером с прямым исправлением ошибок (FEC), который также находится в блоке 218. Обычным цифровым широкополосным устройством для работы в полосе частот модулирующих сигналов является цифровой вокодер. В системе CDMA можно использовать вокодеры разных типов.

Блок 220 для работы в полосе частот модулирующих сигналов содержит цифровой вокодер (не показан), который может работать на разных частотах. Блок 220 используется так же как интерфейс с телефонной трубкой или как средство сопряжения для других периферийных устройств. В блоке 220 могут работать вокодеры разных типов. Блок 220 передает пользователю информационные сигналы согласно данным, полученным от блока 218.

В канале связи "подвижный объект - микросот" обычно абонент через телефонную трубку передает аналоговые речевые сигналы, которые вводятся в блок 220. Этот блок содержит аналого-цифровой преобразователь (АЦП - ADC), который аналоговый сигнал представляет в цифровой форме. Оцифрованный сигнал подается в цифровой вокодер, где он кодируется. Выходной сигнал вокодера поступает в схему кодирования с прямым исправлением ошибок (FEC, не показана), которая исправляет ошибки. В примере осуществления изобретения кодирование с исправлением ошибок производится в блоке сверточного кодирования. Из блока 220 оцифрованный закодированный сигнал поступает в модулятор передатчика 222.

Модулятор передатчика 222 сначала передаваемые данные кодирует с помощью функции Уолша, а затем закодированный сигнал модулирует ПС сигналом несущей, ПС последовательность которого выбирается в соответствии с присвоенной для вызова адресной функции. ПС последовательность задается управляющим процессором 216 на основании запроса вызова, который передается сотовым абонентским узлом и декодируется приемниками 210, 212 и управляющим процессором 216. В качестве альтернативы отметим, что управляющий процессор 216 может задать ПС последовательность при соответствующей подготовке сотового абонентского узла.

Управляющий процессор 216 выдает ПС информационную последовательность в модулятор передатчика 222 и в приемники 210, 212 для декодирования вызова.

Выходной сигнал модулятора передатчика 22 поступает в схему управления мощностью передачи 208. Мощность передаваемого сигнала регулируется аналоговым сигналом управления мощностью, который выдается приемником 204. Управляющие биты, передаваемые микросотом в виде команды регулирования мощности, обрабатываются приемниками 210, 212. По команде регулирования мощности управляющий процессор 216 задает уровень мощности передачи подвижного объекта. Под воздействием этой команды управляющий процессор 216 выдает цифровой сигнал регулирования мощности, который поступает в схему 208. Более подробное описание взаимодействий приемников 210, 212 и 214, управляющего процессора 216 и схемы управления мощностью передачи 208 при регулировании уровня мощности приведено в [4].

Схема управления мощностью передачи 208 посылает модулированный сигнал регулирования мощности в усилитель мощности 206. Этот усилитель усиливает и преобразует сигнал ПЧ в радиосигнал при помощи смешивания входного сигнала с выходным сигналом синтезатора частоты, который и устанавливает соответствующую частоту конечного сигнала. Блок 206 содержит усилитель, который усиливает мощность до окончательного выходного уровня. Предназначенный к передаче сигнал из усилителя 206 поступает в дуплексер 202, который направляет сигнал в антенну 200 для передачи в микросот.

Что касается передачи сигнала подвижным объектом, то аналоговый речевой сигнал подвижного абонента сначала проходит через цифровой вокодер. Выходной сигнал вокодера последовательно подвергается сверточному кодированию с прямым исправлением ошибок (FEC), кодируется 64-ричной ортогональной последовательностью и модулируется ПС сигналом несущей. 64-ричная ортогональная последовательность генерируется кодирующим устройством (кодером) функций Уолша.

Это устройство управляется группой из шести последовательных двоичных разрядов, которые выдаются сверточным кодером с прямым исправлением ошибок. Группа из шести двоичных разрядов определяет, какая из 64 возможных последовательностей Уолша будет передаваться. Последовательность Уолша содержит 64 бита. Поэтому частота следования "элементарных посылок" Уолша должна быть  $9600 \cdot 3 \cdot (1/6) \cdot 64 = 307\,200$  Гц при скорости передачи данных 9600 бит/с.

В канале связи "подвижный объект - микросот" обычная короткая ПС последовательность используется во всех несущих речевых сигналах, а кодирование адреса пользователя производится с помощью генератора ПС последовательности в устройстве абонента. ПС последовательность абонента предназначена только для связи с подвижным объектом в течение по меньшей мере всего вызова. ПС последовательность устройства абонента

подвергается операции "исключающее ИЛИ" с обычными ПС последовательностями, длины которых, определяемые 32 768 посылками, увеличены до максимальной длины последовательности линейного сдвигового регистра.

Затем каждый полученный двоичный сигнал модулирует квадратурную несущую способом двухпозиционной фазовой манипуляции, сигналы суммируются для получения полного сигнала, проходят через полосовой фильтр и преобразуются в выходную промежуточную частоту. В примере осуществления изобретения часть операции фильтрации производится с помощью цифрового фильтра с конечной импульсной характеристикой (FIR), через который проходит последовательность выходных двоичных разрядов.

Затем выходному сигналу модулятора задается мощность, которая определяется сигналами цифрового управляющего процессора и приемника аналоговых сигналов; затем сигналы модулятора преобразуются в радиочастотные колебания путем смешивания их с сигналами синтезатора частоты, который и задает окончательную выходную частоту. Потом выходные сигналы усиливаются до необходимого уровня и через дуплексер поступают в антенну для передачи.

В модуляторе передатчика 222 подвижного объекта цифровые данные из цифровой схемы с полосой частот модулирующих сигналов в устройстве абонента поступают в кодер. В примере осуществления изобретения этот кодер производит сверточное кодирование, кодирование блоков данных и кодирование функций Уолша. Кроме того, модулятор передатчика содержит генератор ПС последовательности, куда поступает адрес подвижного объекта, в соответствии с которым определяется ПС последовательность. Этот генератор в устройстве абонента выдает особую 42-разрядную последовательность, о которой говорилось применительно к микросоту. Другая особенность этого генератора, которая характерна для всех генераторов ПС последовательностей в устройствах абонентов, - это применение маски для генерации выходной ПС последовательности абонента. Например, в устройстве пользователя применяется 42-разрядная маска, каждый бит которой подвергается операции "исключающее ИЛИ" с выходным битом каждого регистра из группы сдвиговых регистров, образующих генератор ПС последовательности. Данные, полученные после маскирования и операции "исключающее ИЛИ", который подвергается бит сдвигового регистра, снова подвергается той же операции. В результате выдается ПС последовательность указанного генератора, которая и используется как ПС последовательность абонента.

Модулятор передатчика 222 содержит генераторы ПС последовательностей, которые выдают последовательности  $PN_i$  и  $PN_Q$ , и все они используются в подвижных объектах. В примере осуществления изобретения ПС последовательности - это последовательности со смещенными нулями, которые используются в канале "микросот -

подвижный объект".

В примере осуществления изобретения в канале связи "подвижный объект - сот" при сверточном кодировании скорость кодирования  $r = 1/3$ , а ограничение по длине  $K = 9$ . Генераторы кодов имеют следующие характеристики:  $G_1 = 557$  (восьмиричный),  $G_2 = 663$  (восьмиричный) и  $G_3 = 711$  (восьмиричный). Как и в канале связи "сот - подвижный объект", применяется повторение кода для согласования четырех разных скоростей передачи данных вокодером кадрами длительностью 20 мс.

В отличие от канала "микросот - подвижный объект" повторяемые знаки кода с низким уровнем мощности не передаются. С номинальным уровнем мощности передается только один кодовый знак повторяемой группы.

В заключение отметим, что в данном примере осуществления изобретения повторение кода применяется только как возможная операция, чтобы приспособить схему задания переменной скорости передачи данных к схеме чередования и модуляции, как об этом будет сказано ниже.

В канале связи "подвижный объект - сот" работает блок чередования, который задает интервалы в 20 мс, точно равные длительности кадра вокодера. Число кодовых знаков в интервале 20 мс (при скорости передачи данных 9600 бит/с и скорости кодирования  $r = 1/3$ ) равно 576.

Введем параметры  $N$  и  $B$ ; в матрице блока чередования соответственно число рядов  $N = 32$ , а число колонок  $B = 18$ . В матрицу памяти блока чередования кодовые знаки записываются рядами, а считываются из колонок.

Вид модуляции - 64-ричная ортогональная передача дискретных данных. Иначе говоря, чередующиеся знаки кода объединяются в группы по 6 знаков для выбора одного из 64 независимых колебаний. Указанные колебания - это те функции Уолша, которые используются как перекрывающиеся последовательности в канале связи "сот - подвижный объект".

Временной интервал модуляции данных равен 208,33 мкс и считается интервалом знака функции Уолша. При скорости 9600 бит/с интервал 208,33 мкс соответствует двум информационным разрядам и эквивалентен 6 кодовым знакам при скорости передачи этих знаков 28800 знаков/с. Интервал знака функции Уолша делится на 64 одинаковых временных интервалов, которые соответствуют элементарным посылкам Уолша, причем время длительности каждой посылки равно  $208,33 : 64 = 3,25$  мкс. Тогда частота следования элементарных посылок Уолша будет равна  $1 : 3,25$  мкс = 307,2 кГц. Поскольку расширение в обоих каналах симметричное и происходит с частотой 1,2288 МГц, то на элементарную посылку Уолша приходится ровно четыре ПС элементарные посылки.

В канале связи "подвижный объект - сот" используются всего три генератора ПС последовательностей: специальный 42-разрядный генератор ПС последовательности в устройстве абонента и два 15-разрядных генератора ПС последовательностей для каналов  $I$  и  $Q$ . После особой операции расширения в

устройстве абонента происходит растягивание сигнала при помощи QPSK, как это делается в канале связи "сот - подвижный объект". В отличие от этого канала, где каждый сектор или сот идентифицируется определенными последовательностями длиной  $2^{15}$ , здесь все подвижные объекты пользуются одинаковыми ПС последовательностями  $I$  и  $Q$ . Эти ПС последовательности - последовательности со смещенными нулями, которые применяются в канале "сот - подвижный объект" в качестве последовательностей пилот-сигналов.

В канале связи "микросот - подвижный объект" применяется повторение кода и масштабирование энергии для согласования переменных скоростей вокодера. В канале связи "подвижный объект - микросот" применяется другая операция на основе пакетной передачи данных.

Вокодер выдает информацию с четырьмя разными скоростями 9600, 4800, 2400 и 1200 бит/с при длительности кадра 20 мс, как и в канале связи "сот - подвижный объект". В сверточном кодере информационные разряды кодируются со скоростью  $r = 1/3$ , а кодовые знаки повторяются 2, 4 и 8 раз при трех меньших скоростях передачи. Таким образом, постоянная скорость передачи данных равна 28800 знаков/с.

После операции кодирования кодовые знаки чередуются в блоке чередования, который охватывает точно один кадр вокодера или 20 мс. Сверточный кодер каждый 20 мс выдает 576 кодовых знаков, причем некоторые из них могут повторяться.

Кадр вокодера длительностью 20 мс делится на 16 участков по 1,25 мс. Разрядность знаков в канале "подвижный объект - сот" такова, что в каждом участке помещаются 36 кодовых знаков со скоростью 28800 знаков/с, что эквивалентно 6 знакам Уолша при скорости 4800 знаков/с. Если скорость передачи в два раза меньше, т. е. 4800 бит/с, то участки объединяются в 8 групп, в каждой из которых содержится два участка. Если скорость в четыре раза меньше, т. е. 2400 бит/с, то участки объединяются в 4 группы, в каждой из которых содержится 4 участка, и, наконец, если скорость передачи в 8 раз меньше, т. е. 1200 бит/с, то участки объединяются в 2 группы по 8 участков в каждой.

Для инициации вызова подвижный объект должен иметь средства сигнализации, позволяющие прервать связь с другой системой при помощи сотового абонентского узла. В канале связи "подвижный объект - микросот" возможным способом доступа может быть ALOHA. При этом примерная скорость передачи в битах по обратному каналу равна 4800 бит/с. Разрешающий доступ к каналу пакет данных содержит заголовок и последующую информацию.

В данном примере осуществления изобретения длина заголовка - это целое число, кратное кадрам длительностью 20 мс, и представляется параметром вида сектор/сот, который подвижный объект принимает в одном из сообщений канала страничной памяти. Поскольку приемники сота используют заголовки для определения задержки при распространении, то данный способ позволяет длину заголовка менять исходя из радиуса сота. ПС код устройств

абонентов, который применяется для доступа к каналу, либо предварительно компонуется, либо передается в подвижные объекты по каналу страничной памяти.

При передаче заголовка характеристики модуляции постоянны и неизменны. Применяемое для передачи заголовка ортогональное колебание соответствует функции Уолша, содержащей только нули, т.е.  $w_0$ . Отметим, что ввод в сверточный кодер только нулей приводит к генерации нужного колебания  $w_0$ .

Разрешающий доступ к каналу пакет данных может содержать один или максимум два кадра длительностью 20 мс. Кодирование, чередование и модуляция данных выбранного канала производится так, как это делается при работе с данными речевого канала, который передает информацию со скоростью 4800 бит/с. Различие между ними в том, что не применяется пакетная передача данных и передаются все кодовые знаки.

В примере осуществления изобретения указанное отношение сектор/сот требует, чтобы подвижные объекты передавали заголовок длительностью 40 мс, а для сообщения о запросе канала требуется один кадр. Положим, что  $N_p$  - число кадров заголовка,  $K$  - количество интервалов по 20 мс, считая от заданного начала отсчета времени. Тогда подвижные объекты могут начать передачу по выделенному каналу лишь тогда, когда справедливо уравнение  $(K \cdot N_p + 2) = 0$ .

Сравнивая данный вариант с другими системами связи, отметим, что здесь возможны перестановки различных операций кодирования с исправлением ошибок, последовательности операций ортогонального кодирования и ПС кодирования, чтобы улучшить работу системы.

Описанные выше предпочтительные варианты помогут специалистам в этой области техники воспользоваться изобретением. В примере осуществления изобретения специалисты могут достаточно просто внести различные изменения, а рассмотренные общие принципы можно использовать в других вариантах.

Изобретение не ограничено рамками приведенных вариантов и может найти самое широкое применение там, где можно использовать принципы и новые рассмотренные особенности системы связи.

#### Формула изобретения:

1. Система связи с коллективным доступом и кодовым разделением каналов СДМА, содержащая множество абонентских устройств и множество базовых станций, использующих сигналы СДМА и имеющих антенную систему, отличающаяся тем, что антенная система содержит множество разнесенных антенн, средства распределения сигналов, выполненные с возможностью передачи сигналов СДМА между базовой станцией и разнесенными антеннами, и множество средств задержки, выполненных с возможностью формирования определенных временных задержек, причем указанные разнесенные антенны соединены через средства распределения сигналов с соответствующими средствами задержки и

последовательно подключены через средства распределения сигналов к базовой станции.

2. Система по п.1, отличающаяся тем, что средства распределения сигналов выполнены в виде передающей кабельной сети, обеспечивающей последовательное соединение разнесенных антенн, а также подключение первой из разнесенных антенн к базовой станции.

3. Система по п.2, отличающаяся тем, что сигналы связи СДМА формируются с помощью широкополосной модуляции в соответствии с псевдослучайным расширяющим кодом, содержащим индивидуальную последовательность двоичных элементарных посылок, каждая из которых имеет предварительно определенную длительность, причем средства задержки содержат множество элементов задержки, расположенных в кабельной сети между соседними соединенными друг с другом разнесенными антеннами, и каждый элемент задержки задерживает сигналы СДМА по меньшей мере на время, соответствующее длительности одной элементарной посылки.

4. Система по п.1, отличающаяся тем, что каждая из разнесенных антенн имеет предварительно определенную диаграмму направленности, причем антенны расположены с возможностью перекрытия их диаграмм направленности.

5. Система по п.4, отличающаяся тем, что разнесенные антенны расположены с возможностью полного перекрытия их диаграмм направленности.

6. Система по п.1, отличающаяся тем, что средства распределения сигналов содержит местную антенну, электрически соединенную с базовой станцией, и множество удаленных разнесенных антенн, связанных с местной антенной электромагнитным излучением, причем каждая удаленная антенна связана с соответствующей одной из разнесенных антенн.

7. Система по п.6, отличающаяся тем, что сигналы связи СДМА формируются с помощью широкополосной модуляции в соответствии с псевдослучайным расширяющим кодом, содержащим индивидуальную последовательность двоичных элементарных посылок, каждая из которых имеет предварительно определенную длительность, причем средства задержки содержат множество элементов задержки, расположенных между разнесенными антеннами и удаленными антеннами, а каждый элемент задержки задерживает сигналы СДМА по меньшей мере на время, соответствующее длительности одной элементарной посылки.

8. Система по п.6, отличающаяся тем, что каждая из разнесенных антенн имеет предварительно определенную диаграмму направленности, причем разнесенные антенны расположены с возможностью перекрытия их диаграмм направленности.

9. Система по п.8, отличающаяся тем, что разнесенные антенны расположены с возможностью полного перекрытия их диаграмм направленности.

10. Система связи абонентских устройств по радиоканалу с удаленными абонентскими устройствами, содержащая множество абонентских устройств и базовых станций,

отличающаяся тем, что каждая базовая станция содержит оконечную аппаратуру связи для приема и широкополосной модуляции информационных сигналов абонентских устройств системы, подключенную последовательно с антенной системой, выполненной с возможностью приема и многократной передачи промодулированных в широкой полосе частот информационных сигналов, причем каждый передаваемый промодулированный в широкой полосе частот информационный сигнал задерживается на предварительно определенное время относительно другого переданного информационного сигнала.

11. Система по п. 10, отличающаяся тем, что антенная система содержит множество разнесенных антенн, средства распределения сигналов для передачи промодулированных в широкой полосе частот информационных сигналов абонентских устройств от оконечной аппаратуры связи к каждой из разнесенных антенн и средства задержки, подключенные к разнесенным антеннам через соответствующие средства распределения.

12. Система по п.11, отличающаяся тем, что промодулированные в широкой полосе частот информационные сигналы абонентских устройств системы сформированы в виде прямой последовательности сигналов, промодулированных в широкой полосе частот с использованием псевдослучайного расширяющего кода, содержащего определенную последовательность двоичных элементарных посылок, каждая из которых имеет предварительно определенную длительность.

13. Система по п.11, отличающаяся тем, что средства задержки содержат множество элементов задержки, каждый из которых подключен к соответствующей антенне, причем каждый элемент задержки задерживает на предварительно определенное время промодулированный в широкой полосе частот информационный сигнал абонентского устройства системы и каждая задержка отличается одна от другой по меньшей мере на отрезок времени, соответствующий длительности одной элементарной посылки.

14. Система связи по п.10, отличающаяся тем, что абонентские устройства удаленной системы выполнены с возможностью установления связи с абонентскими устройствами системы и абонентскими устройствами другой удаленной системы через базовую станцию путем передачи промодулированных в широкой полосе частот информационных сигналов абонентских устройств удаленной системы на базовую станцию для пересылки сигналов, предназначенных для приема абонентскими устройствами системы и абонентскими устройствами удаленной системы, при этом разнесенные антенны дополнительно формируют набор сигналов, составленных из переданных абонентскими устройствами удаленных систем промодулированных в широкой полосе частот информационных сигналов с обеспечением для каждой из набора промодулированных в широкой полосе частот информационных сигналов абонентских устройств удаленных систем предварительно определенного временного сдвига относительно друг друга и с

обеспечением каждого из указанных временных сдвигов промодулированных в широкой полосе частот информационных сигналов абонентских устройств удаленных систем при поступлении их в оконечную аппаратуру связи.

15. Система связи по п.11, отличающаяся тем, что абонентские устройства удаленной системы выполнены с возможностью устанавливать связь с абонентскими устройствами системы связи и другой удаленной системы связи через базовую станцию путем передачи промодулированных в широкой полосе частот информационных сигналов абонентских устройств удаленной системы на базовую станцию для передачи на предназначенные для приема абонентские устройства системы и абонентские устройства удаленной системы, причем разнесенные антенны выполнены с возможностью приема переданных абонентскими устройствами удаленной системы промодулированных в широкой полосе частот информационных сигналов, при этом средства распределения сигналов выполнены с возможностью передачи промодулированных в широкой полосе частот информационных сигналов абонентских устройств удаленной системы от разнесенных антенн к оконечной аппаратуре связи, а средства задержки выполнены с возможностью выбора для каждой из разнесенных антенн, содержащих промодулированные в широкой полосе частот информационные сигналы абонентских устройств удаленной системы, предварительно определенного временного сдвига между сигналами с помощью средства распределения сигналов к оконечной аппаратуре связи.

16. Система местной связи для усовершенствования передачи информационных сигналов между абонентскими устройствами системы местной связи, а также между абонентскими устройствами системы местной связи и абонентскими устройствами внешней сети, в которой ряд абонентских систем местной связи содержит выносную оконечную аппаратуру для связи с системой местной связи при помощи радиоканала базовой станции, с использованием сигналов коллективного доступа с кодовым разделением каналов, отличающаяся тем, что содержит учрежденческую телефонную станцию с исходящей и входящей связью, связанную с ней базовую станцию, содержащую оконечную аппаратуру связи, выполненную с возможностью приема и прямой последовательной широкополосной модуляции информационного сигнала, предназначенного для приема выносной оконечной аппаратурой абонентского устройства с использованием псевдослучайного расширяющего кода, содержащего индивидуальную последовательность двоичных элементарных посылок предварительно определенной длительности, и подключенную к ней антенную систему, выполненную с возможностью приема промодулированного в широкой полосе частот информационного сигнала и его многократной передачи, причем каждый переданный информационный сигнал, промодулированный в широкой полосе частот, задерживается относительно другого

сигнала по меньшей мере на время, соответствующее длительности элементарной посылки.

17. Система по п. 16, отличающаяся тем, что антенная система содержит множество разнесенных антенн, средства распределения сигналов для передачи промодулированных в широкой полосе частот информационных сигналов от оконечной аппаратуры связи к каждой из разнесенных антенн и средства задержки, подключенные к разнесенным антеннам и средствам распределения сигналов для обеспечения увеличения времени задержки промодулированного в широкой полосе частот информационного сигнала на время, равное длительности одной элементарной посылки, подводимой с помощью средств распределения сигналов к каждой из разнесенных антенн.

18. Система по п. 16, отличающаяся тем, что учрежденческая телефонная станция с исходящей и входящей связью подключена к внешней сети и к сети местных абонентских устройств в системе местной связи.

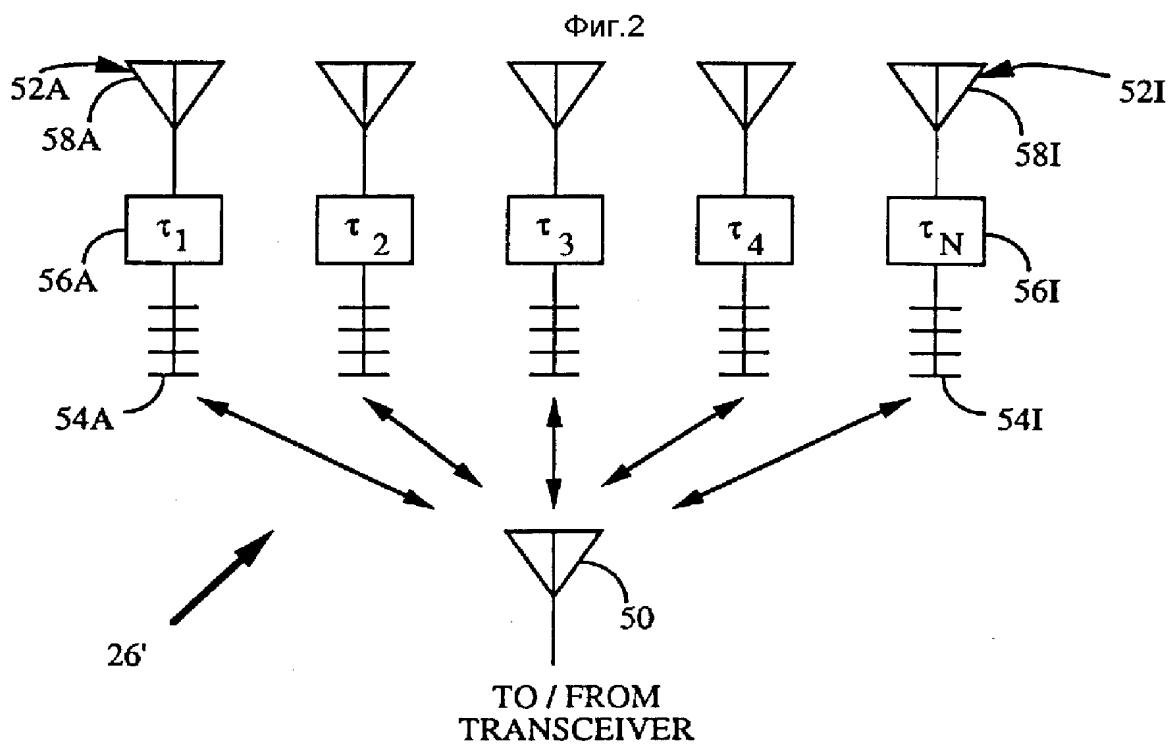
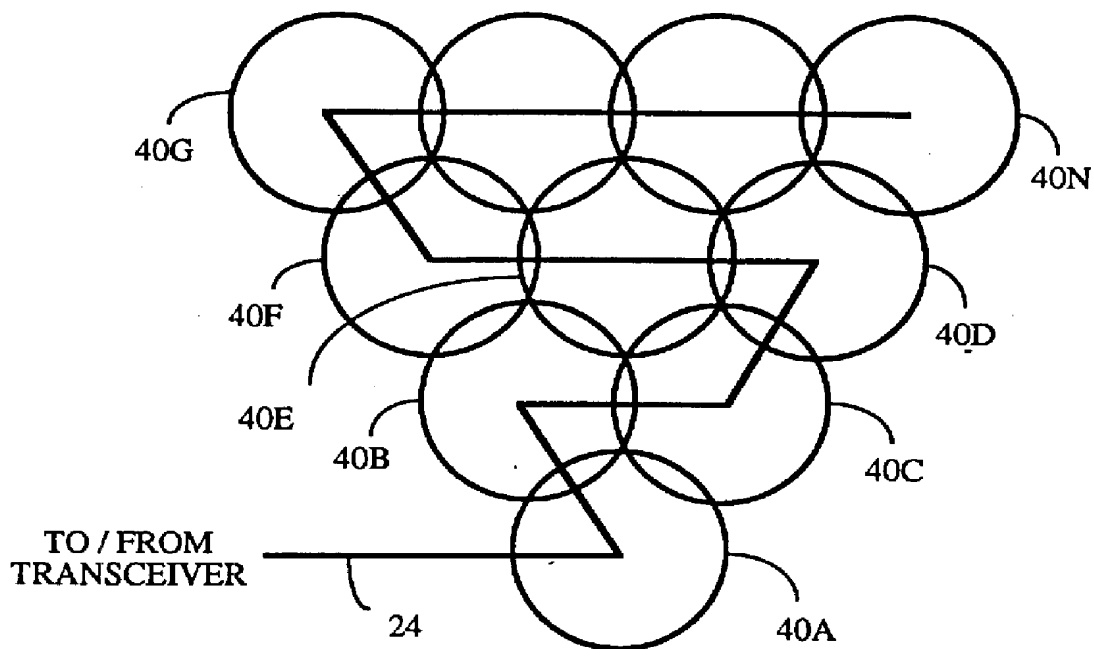
19. Система по п. 18, отличающаяся тем, что абонентские устройства выносной оконечной аппаратуры связи выполнены с возможностью установления связи с абонентскими устройствами внешней сети системы местной связи и с другими абонентскими устройствами выносной оконечной аппаратуры системы местной связи путем передачи промодулированных в широкой полосе частот информационных сигналов абонентских устройств выносной оконечной аппаратуры связи на базовую станцию, причем антенны принимают переданные от выносной оконечной аппаратуры связи абонентов промодулированные в широкой полосе частот информационные сигналы, а средства распределения сигналов выполнены с

возможностью передачи промодулированных в широкой полосе частот информационных сигналов абонентских устройств выносной оконечной аппаратуры связи от антенн к указанной оконечной аппаратуре связи, а средства задержки выполнены с возможностью обеспечения для каждой выносной антенны, принимающей промодулированные в широкой полосе частот информационные сигналы абонентских устройств выносной оконечной аппаратуры связи предварительно определенного временного сдвига указанных сигналов, подводимых с помощью средства распределения сигналов к оконечной аппаратуре связи.

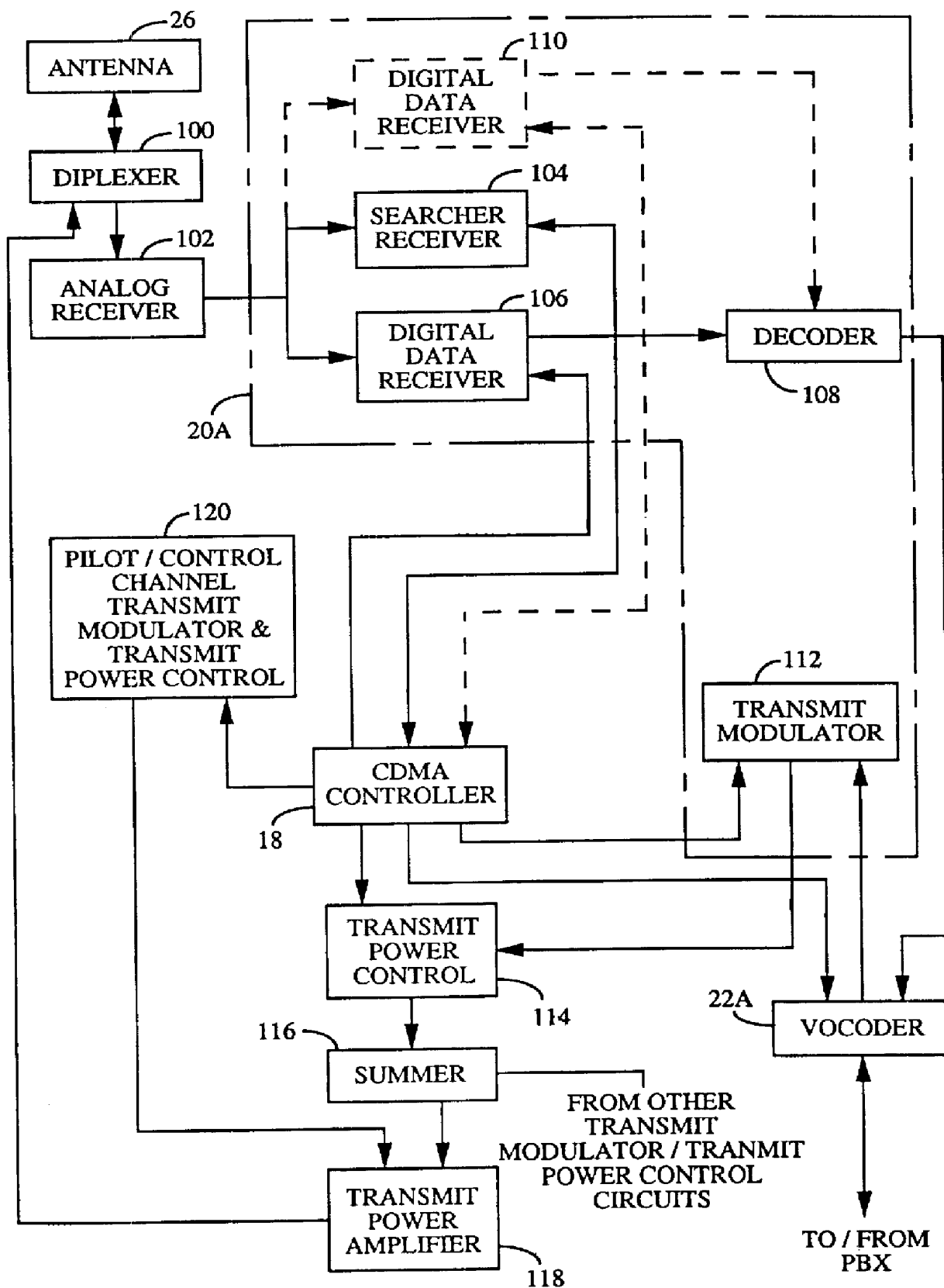
20. Способ формирования многолучевого распределения сигналов СДМА, согласно которому производят передачу информационных сигналов от передающей к приемной оконечной аппаратуре связи в виде сигналов связи с коллективным доступом и кодовым разделением каналов, отличающийся тем, что на передней стороне последовательно производят задержку указанного сигнала с последующей передачей сигналов с задержкой с разнесенных антенн.

21. Способ по п. 20, отличающийся тем, что формируют сигналы связи с СДМА с помощью широкополосной модуляции информационных сигналов в соответствии с псевдослучайным расширяющим кодом с индивидуальной последовательностью двоичных элементарных посылок предварительно определенной длительности, причем на этапе формирования временных предварительно заданных задержек сигнала связи СДМА, доставляемого к каждой из антенн, каждая задержка отличается от другой по меньшей мере на величину длительности одной элементарной посылки.

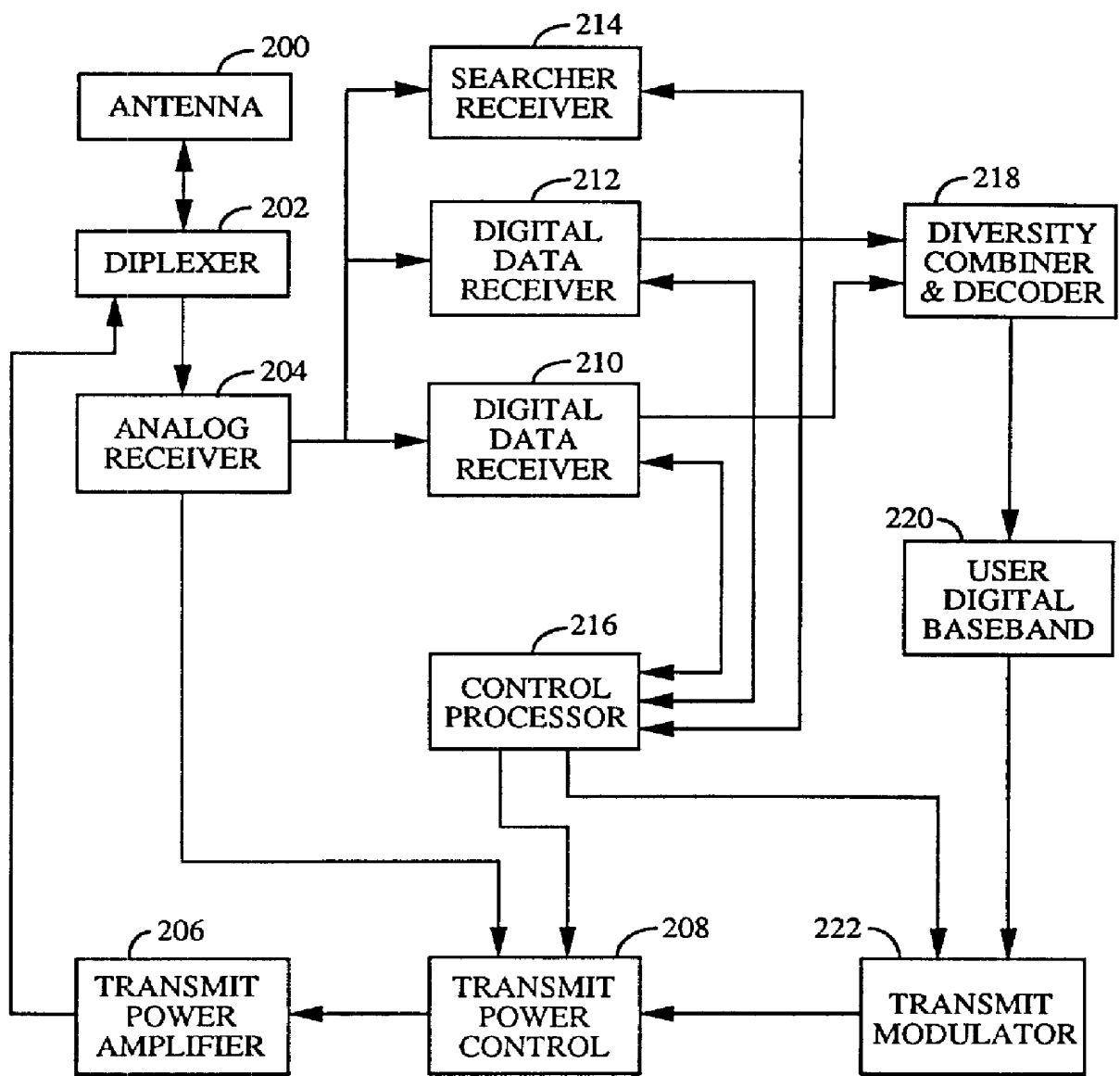




Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5